

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS ECONOMICAS

**"ESTIMACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN LA SALUD Y
PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL PARA
LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN EL CERCADO DE
LA CIUDAD DE PIURA"**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
MAGISTER EN CIENCIAS ECONOMICAS
CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**

ECON. WILMER EDUARDO LITANO BOZA

PIURA - PERU

OCTUBRE - 2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS ECONOMICAS

**"ESTIMACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN LA SALUD Y
PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL PARA
LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN EL CERCADO DE
LA CIUDAD DE PIURA"**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
MAGISTER EN CIENCIAS ECONOMICAS
CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**



ECON. EDUARDO LITANO BOZA
AUTOR



Dr. Jorge Ricardo Gonzáles Castillo
Asesor

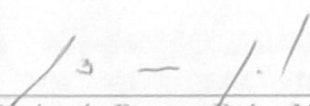
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
ESCUELA DE POSTGRADO**

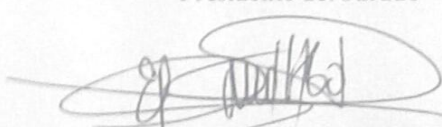


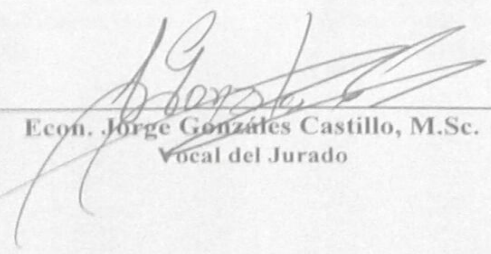
PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS ECONÓMICAS

**LOS QUE SUSCRIBEN, MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR
CERTIFICAN LA APROBACIÓN DE LA TESIS :**

**" ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN LA SALUD
Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL
PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL
CERCADO DE LA CIUDAD DE PIURA"**


Econ. Benjamín Bayona Ruiz, M.Sc.
Presidente del Jurado


Econ. Elías Castillo Córdova, M.Sc.
Secretario del Jurado


Econ. Jorge Gonzales Castillo, M.Sc.
Vocal del Jurado

A Fabiola,
por su cariño, apoyo y comprensión en este proyecto

A Oscar, Claudia, Melissa y Mariana,
para quienes valga este sacrificio

A Wilmer y Ofelia,
merecedores de este esfuerzo

A mis profesores y amigos de la maestría,
con quienes compartí estos dos años de estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POST GRADO

Edificio UNP. - 2do. Piso - Esquina Tacna/Apurimac. Apartado Postal 295 - Telefax (51)(73) 328834
Email: postgrado@tallan.unp.edu.pe - http://www.unp.edu.pe/unp/posgrado
PIURA - PERU

ACTA DE SUSTENTACION

MAESTRIA EN CIENCIAS ECONOMICAS
PROMACE

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para la sustentación de la Tesis, para optar el Grado Académico de Magíster en CIENCIAS ECONOMICAS CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN, presentada por:

LITANO BOZA-WILMER EDUARDO

Con el asesoramiento de: ECON. M.SC. JORGE GONZALES CASTILLO, denominada:

"ESTIMACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN LA SALUD Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL PARA LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN EL CERCADO DE LA CIUDAD DE PIURA"

Oídas las respuestas y absueltas las observaciones formuladas, la declaran:

APROBADA				DESAPROBADA
<i>Excelente</i>	<i>Sobresaliente</i>	<i>Bueno</i>	<i>Aceptable</i>	
	X			

En consecuencia, previa aprobación del Artº 83, del Reglamento General de la Escuela de Postgrado, queda en condiciones de ser calificado APTO para obtener el GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS ECONOMICAS CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN, de conformidad con lo estipulado en la ley.

Piura, Jueves, 30 de Octubre de 2003

ECON. M.S.C. BENJAMIN BAYONA RUIZ
Presidente

ECON. M.S.C. ELIAS CASTILLO CORDOVA
Secretario

ECON. M.S.C. JORGE GONZALES CASTILLO
Vocal

RESUMEN

ESTIMACION DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS EN LA SALUD Y PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL PARA LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN EL CERCADO DE LA CIUDAD DE PIURA

OCTUBRE, 2003

ECON. WILMER EDUARDO LITANO BOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

El presente trabajo relaciona las variables, nivel de metal contaminante particulado atmosférico de plomo, según área de residencia, PB; clima, CLIM; edad del entrevistado, EDAD; sexo, SEX; número de cigarros promedio/semana que fuma, CIG; número de personas que habitan en el hogar; CUPEVICA; cercanía del domicilio a fábricas o áreas verdes, CERDOMIC; distribución del gasto promedio mensual familiar a la salud, DISGASSA; tratamiento de los desechos sólidos, TRATDES; frecuencia de la limpieza levantando polvo residencial, PART; con la variable dependiente: CRON, padece o no de enfermedades en las vías respiratorias. Los datos de corte transversal refieren al año 2002, obtenidos mediante una encuesta específica a las familias piuranas. Según el método ML - Binary Probit, al ser CRON, dicotómica con un nivel de confianza del 90% se evidencia un efecto agregado positivo entre contaminación atmosférica y la probabilidad condicional agregada de padecer daños en la salud humana según las variables DISGASSA, CERDOMIC; y, TRATDES. El coeficiente 0.8058 de la variable DISGASSA se interpreta que, la probabilidad de gasto en servicios de salud es mayor en un 80%. El costo total evitado asciende a S/. 9 032 431.70 equivalente a US \$ 2 566 031.70 Al analizar comparativamente con el gasto de capital del Presupuesto de la Región Piura, para el año 2003, representa el 6.12%. Los lineamientos del programa de acción ambiental se diseñan en una estrategia integral basados en el saneamiento ambiental, la educación para la conservación del ambiente, y de la política económica para la gestión ambiental. Incorpora la acción de las instituciones públicas y privadas, y de la cooperación técnica, así como los perfiles de proyectos que servirán de base a los estudios de pre-inversión.

Palabras clave: contaminación, salud humana, costos evitados, salud ambiental, plomo

INTRODUCCION

El hombre al transformar el mundo que habita puede hacerlo en forma positiva como plantar bosques o cultivar desiertos. Sin embargo, también puede ser en forma negativa, como contaminar el aire y; sin el cual la vida no sería posible en nuestro planeta. En la Conferencia "Cumbre de la Tierra", desarrollada en 1992. se trataron los principales problemas del medio ambiente, como la contaminación y la relación con el desarrollo sostenible.

La contaminación atmosférica significa la impregnación en el aire de elementos que afectan a la salud de la población y su calidad de vida. Las personas pueden presentar enfermedades relacionados con la contaminación mediante la exposición del organismo a sustancias tóxicas transportadas por el aire en espacios libres o cerrados. Las sustancias químicas con grados de toxicidad, se acumulan en los organismos vivos y se transportan largas distancias a través del aire.

El pulmón es el órgano más afectado por los contaminantes transportados por el aire. Sus efectos agudos pueden incluir signos y síntomas no respiratorios que dependen de las características toxicológicas de las sustancias y de los factores relacionados con los contaminantes que se respiran. Los problemas de salud, por ejemplo, causados por metales pesados, como el plomo en el aire, generan síntomas de sospecha por intoxicación en las vías respiratorias en la población expuesta.

Millones de personas que crecen y habitan en los países en vías de desarrollo, se hallan cada vez más expuestos a los graves peligros que causa su exposición a una contaminación atmosférica que si bien es previsible, amenaza sus vidas y disminuyen su bienestar diariamente.

El presente trabajo de investigación que relaciona las enfermedades a las vías respiratorias con la contaminación atmosférica, consta de cinco capítulos. El capítulo I, comprende las teorías y estrategias del desarrollo sostenible, de las fallas del mercado. La teoría económica ambiental, del nivel óptimo de la contaminación, de la demanda

ambiental y de la valoración económica total. Así como, los instrumentos de política ambiental; el marco legal e institucional pertinentes.

El capítulo II, presenta la problemática de la contaminación atmosférica en América Latina. Entre los problemas más grandes que tiene por resolver, están el no poder cubrir necesidades básicas de la sociedad como son las mejoras de atención en los niveles de salud, educación, seguridad, y el mejoramiento del medio ambiente. En este contexto, la contaminación de la atmósfera como consecuencia de la emisión de gases, vapores y partículas ha alcanzado niveles de preocupación en Sudamérica en ciudades como Santiago de Chile y Lima. Además, en el capítulo se expone los avances que sobre este tema se realiza en la ciudad de Piura.

Dada esta problemática, la medición de contaminantes se efectúa en muchas de las ciudades latinoamericanas desde hace ya mas de 20 años, a través de redes de estaciones monitoras ubicadas en distintos puntos de las ciudades. El primer estudio en América Latina, se realizó a mediados de 1985 en Santiago de Chile.

En el capítulo III, se realiza el diseño del modelo, se determina la muestra estadística, se define la encuesta del estudio y las variables utilizadas. Además, se especifica el modelo econométrico y se evalúa sus resultados.

En el capítulo IV, se aplica la metodología de los costos evitados para realizar la valoración económica sobre los cambios en la salud por efectos de la contaminación atmosférica.

Al cuantificar los beneficios en el capítulo anterior, en el capítulo V, se formula la propuesta de un programa de salud ambiental para la reducción de la contaminación en el cercado de la ciudad de Piura. El programa define los lineamientos, ventajas y limitaciones.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. TEORIAS Y ESTRATEGIAS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

En la edad moderna se formaron las primeras escuelas económicas, en esta era la economía es definida como ciencia social; desde entonces, la ciencia económica, en sus diferentes escuelas y pensamientos; con los clásicos, Adam Smith y David Ricardo; luego con el inicio de la macroeconomía moderna a través de John Maynard Keynes; posteriormente Alfred Marshall y el pensamiento de la teoría neoclásica; hasta la actualidad, la ciencia económica continua su permanente proceso de conjunción de ideas, teorías y enfoques, analizados en diferentes etapas, con el objetivo de comprender la formación de la riqueza y el desarrollo.

La teoría neoclásica, plantea el desarrollo como un proceso gradual, basado en el mercado y el sistema de precios. En el análisis neoclásico se incluye a la tecnología como componente intermedio entre el sistema económico social y el sistema económico natural.

Sin embargo, es a inicios de la década de 1970, que se toma conciencia de la problemática del desarrollo relacionado con el medio ambiente. En abril de 1970, se celebró por primera vez el día de la tierra¹. Posteriormente, a nivel internacional en la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano celebrada en Estocolmo, en 1972, se crean las bases referentes a la conservación del medio ambiente, y se plantea una nueva perspectiva sobre el desarrollo de un sistema natural y el medio ambiente, aceptándose posteriormente, el concepto del desarrollo sostenible.

Si bien el desarrollo explícitamente involucra sustentabilidad, el **Banco Mundial (1992)**, considera que " **el desarrollo sostenible es un desarrollo que dura**"; los crecientes niveles de deterioro ambiental, aunados a la marcada tendencia a ignorarlo,

¹ El 22 de abril de 1970, liderada por Dennis Hayes, estudiante de derecho de California, en los Estados Unidos. En ese día, los norteamericanos hicieron marcha pública para expresar su malestar respecto a, daños irreversibles por el cual atravesaba el planeta tierra, a menos que las autoridades, los empresarios y los ciudadanos cambiasen de actitud hacia la naturaleza.

ha puesto énfasis sobre la noción de lo sostenible, desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, y la publicación de “Nuestro Futuro Común”.

Si bien el énfasis sobre las interdependencias entre el crecimiento económico y los sistemas ambientales es relativamente reciente podría situársele desde la década de 1960 hasta la fecha, su estudio explícito e implícito se remonta mucho más atrás **Pearce, D; y Turner, K (1995)**. Dada su propia naturaleza, los asuntos ambientales gravitan sobre la frontera de los sistemas económicos y los naturales; de aquí su inherente complejidad e incertidumbre. Más que un enfoque en particular, la interrelación entre economía y medio ambiente, necesariamente debería verse desde una perspectiva plural, dejando atrás enfoques que dificultan un estudio más analítico de los principales asuntos en consideración.

Muchas de las medidas económicas prevalecientes en la década de 1980 y principios de la de 1990, se han apoyado ideológicamente en la escuela neoclásica. Esta escuela de pensamiento introduce el análisis marginal, donde cobran gran relevancia los cambios pequeños e incrementales, y deja de lado la preocupación clásica en torno al largo plazo. En esta corriente, la producción se hace girar en torno a los recursos productivos como capital, fuerza de trabajo, tecnología, recursos naturales y calidad ambiental.

El que la producción dependa de la calidad ambiental se conoce como la productividad ambiental, y da lugar a reflexiones importantes para el estudio del desarrollo sostenible **Pezzey, J (1998)**. La sustentabilidad se inscribe directamente en el propio modelo de crecimiento económico, pero ha faltado hacerla más explícita y operativa. Aquí se ubican los esfuerzos por desarrollar contabilidades nacionales verdes, que den cuenta de los impactos ambientales. **Pearce, D (1994)**.

Los autores, argumentan que todas las estrategias de desarrollo, han tendido a una degradación ambiental. La estrategia de sustitución de importaciones, industrialización y urbanización, ha sido responsable de la contaminación del aire. Las estrategias de promoción de exportación y de desarrollo neoliberal; desarrollaron actividades exportadoras de sectores intensivos en uso de recursos naturales con la consiguiente pérdida de biodiversidad. Sin embargo, en las últimas décadas, como respuesta a la

pobreza y problemas de degradación ambiental toma relevancia el nuevo paradigma denominado desarrollo sostenible.

Enkerlín, E (1997), expresa que: ***"El desarrollo.... se ha caracterizado por... la tendencia hacia la máxima rentabilidad a corto plazo en cuanto al uso de los recursos naturales... La consecuencia es que estamos minando los recursos, en vez de usarlos y conservarlos."***²

Valera, S (2003), afirma que el desarrollo sostenible relaciona el uso de los recursos naturales y los problemas de la contaminación ambiental como consecuencia del desarrollo industrial y tecnológico³. El desarrollo sostenible exige racionalidad en las decisiones humanas para el uso de los recursos. El desarrollo sostenible ***"vincula la protección del medio ambiente y de la salud"***

El enfoque del desarrollo en América Latina, fue observado por la **CEPAL**⁴, los problemas sociales en la década de 1980 generaron nuevas propuestas de desarrollo como la denominada "Transformación Productiva con Equidad". **CEPAL (1992)**, cuyo planteamiento fue considerado en la Conferencia mundial denominada "Cumbre de la Tierra".

Corrientes actuales, plantean un concepto de desarrollo basado en principios humanistas y ecológicos, como el concepto de un desarrollo humano y ecológico. **Yurjevic, A (1993)**. Plantea lograr un uso eficiente de los recursos heredados y responder a la equidad intra e intergeneracional. Dado que el ecosistema plantea límites a la expansión física de la economía global; entonces, en justicia, los márgenes de expansión deberían ser asignados a las economías de los países subdesarrollados. Es decir, que la sociedad interrelacione la eficiencia, la equidad y la sustentabilidad.⁵

² Más información, ver: **Enkerlin, E.; Cano, G.; Garza, R.;Vogel, E.** En: "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Editores Thompson. México, 1997. Pág. 497

³ Más detalle, ver: Valera E., Santos E. "Desafíos y Perspectivas de desarrollo en la Refinería de Talara". Tesis para Optar el Grado de Magister en Ciencias Económicas con mención en Economía de Empresas. Universidad Nacional de Piura, 2003. Pág. 36

⁴ CEPAL: Comisión Económica para América Latina.

⁵ Más detalle, ver: Yurjevic, Andrés. "Marco Conceptual para Definir un Desarrollo de Base Humano y Ecológico". Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo, CLADES, Centro IDEAS. Lima, 1993. Pág. 26

1.2 TEORIA DE LAS FALLAS DEL MERCADO: BIENES PUBLICOS, EXTERNALIDADES Y DERECHOS DE PROPIEDAD

La teoría económica ha definido dos características fundamentales de los bienes, la exclusión y la rivalidad. La primera está relacionada con la posibilidad de usar los precios para racionar el uso individual del bien, y la segunda tiene que ver con el hecho de si es deseable racionalizar el uso individual, a través de los precios, preferentemente.

La contaminación atmosférica urbana no puede ser excluible, pues no es posible elegir de manera selectiva quién va a consumirla, es decir, a respirarla, porque todos la consumen en la misma medida. Si fuera posible excluir la contaminación atmosférica, sólo aquellas personas que aceptaran una compensación por hacerlo, podrían consumirla. Si alguien no fuera compensado, no podría consumir.

1.2.1. SUMINISTRO DE BIENES PUBLICOS A TRAVÉS DEL MERCADO

Bajo el supuesto de que el consumidor gaste todo su dinero en bienes privados y públicos, y dadas las preferencias del individuo a cualquier nivel de utilidad; las curvas de indiferencia, son paralelas entre sí y tiene forma de U. Se necesita mas G_1 para compensar los extremos de todo el consumo del bien privado o del bien publico, a fin de que la utilidad se mantenga constante; sin embargo, en altos niveles de G_1 suministrado por los demás es completamente plausible que no sean necesarios los bienes públicos cuyo suministro es privado. En este caso, G_1 necesita aumentar para mantener constante la utilidad a medida que g aumenta de cero y la inclinación de las curvas de indiferencia se elevará en g . **Kolstad, Ch (2001)**

En la figura 1.1, se define:

g y G = como los bienes de un individuo

G = es un bien público no rival y no excluible

g = es la cantidad del bien público que el individuo comprará

G_1 = es lo que se suministra del bien público a los demás, por tanto:

U_i = son las curvas de indiferencia de este individuo

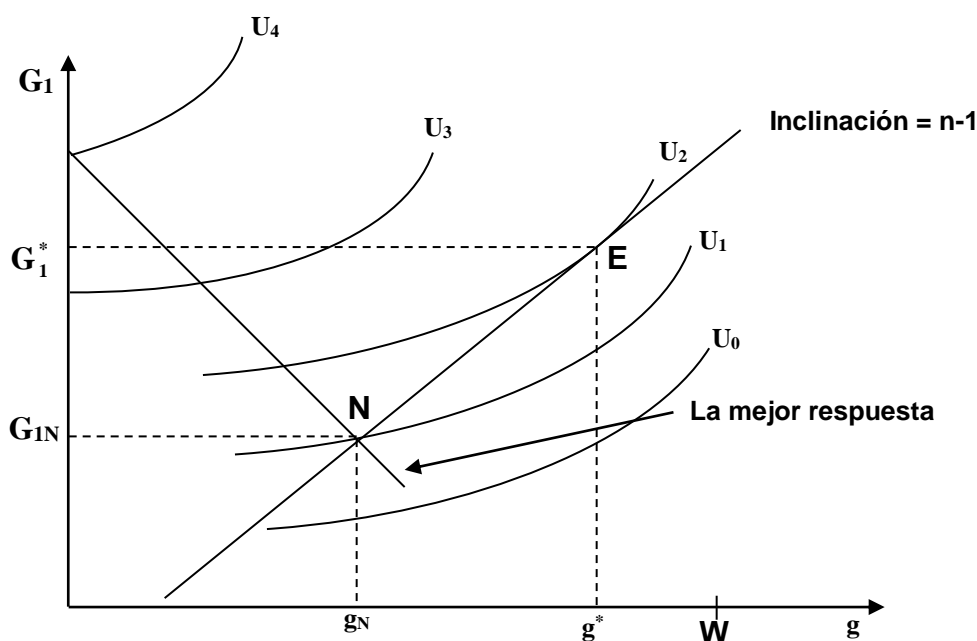
N = número de individuos idénticos que conforman la sociedad

w = es el nivel de la riqueza, w , es un valor fijo.

La línea de mejor respuesta indica la elección de g que se hará en respuesta a la cantidad del bien público seleccionado por los demás, G_1 . La línea de inclinación, $n-1$, cruza la línea de mejor respuesta en N ; gráficamente, el mercado, proporciona un suministro eficiente del bien público, g_n y G_{1N} , que es la cantidad del bien público que se suministra en el sector privado de la economía.

El punto E , representa la cantidad que debe generarse en la sociedad a un nivel eficiente, la mejor elección de g es el punto en el cual una curva de indiferencia, U_2 es tangente a la línea recta, $n-1$, por tanto el suministro del bien público será G_1^* , g^* .

FIGURA 1.1
MAPA DE PREFERENCIAS EN EL SUMINISTRO DE BIENES PUBLICOS



1.2.2. LAS EXTERNALIDADES

La fundamentación teórica de los conceptos económicos de las externalidades y bienes públicos dan sustento al enfoque económico sobre los problemas del medio ambiente. Las externalidades se generan por bienes que no tienen mercado. Las

cantidades consumidas no son decididas por los agentes que reciben los beneficios o perjuicios causados por acciones de otros que si tuvieron la oportunidad de decidir. Es decir, que no hay precios que asignen los recursos en forma eficiente. **Barrantes, Roxana (1993)**

Es el caso, de una empresa productora de papel, no solo produce este bien sino que también genera otros, como la dioxina que según los científicos, cuando entra en contacto con el medio ambiente, aumenta el riesgo de cáncer en la población y problemas congénitos. ¿El mercado podrá impedir que esta fábrica contamine el aire que respiramos?. Es decir, los compradores y vendedores de un mercado tomarán en cuenta los efectos externos de sus decisiones. El mercado falla⁶ al no garantizar el aire limpio en la producción de las mercancías. Entonces, contamina más, si es que no compensa por los daños o externalidades que provoca.

Samuelson, P (1954), inició el estudio de los bienes públicos y afirmó que: “un bien público es aquel que tiene la propiedad de envolver una externalidad en el consumo, en el sentido de entrar en las funciones de preferencia de dos personas simultáneamente”

Posteriormente, el aporte de **Corner y Sandler (1986)**, consideran las distinción de los bienes por sus características de rivalidad y excludibilidad. Un bien es rival cuando su uso por parte de una persona reduce el uso por parte de otra. Un bien es excluible cuando es posible impedir que lo use otra persona.

Estas características permiten diferenciar los bienes privados de los bienes públicos. Un bien privado, es rival y excluible. Un bien publico, es no es rival y no excluible.

Los conceptos de externalidades y bienes públicos son importantes en la teoría del equilibrio general ya que se les culpa del "fracaso del mercado", es decir, del fracaso del sistema de precios para asignar los recursos eficientemente. Las externalidades pueden hacer que los resultados del mercado sean ineficientes al no prever una valoración de

⁶ Ver Capítulo I, ítem 1.2: Teoría de las Externalidades, de la presente investigación.

las acciones decididas a nivel privado que afectan a los demás y por tanto que exista una diferencia entre la valoración privada y la valoración social.

Si la influencia de la decisión es negativa, se produce una externalidad negativa. por ejemplo, la contaminación del aire por los autos. la valoración social es menor que la valoración privada. Si la influencia de la decisión es positiva, se produce una externalidad positiva. Por ejemplo, el uso de las vacunas para disminuir la morbilidad infantil. la valoración social es mayor que la valoración privada.

Por tanto, Existe una externalidad cuando las elecciones de consumo o producción de una persona o empresa entran en la función de utilidad o producción de otra entidad, sin el permiso o la compensación de esa entidad. **Kolstad, Ch (2001)**

El autor considera importante excluir de este concepto las acciones entre dos agentes que están de acuerdo y por las que se recibe un pago. Es el caso, cuando se vende mineral de hierro a una acería, mejoran sus ganancias, pero difícilmente se trata de una externalidad, más bien es una simple transacción. No está especificado, pero de nuestra definición de externalidad también excluimos el daño intencional que se le causa a otro, o un bien intencional hacia otro.

Según, **Baumol, W; Oates, W (1988)** “la fuente de una externalidad se encuentra en la ausencia de los derechos de propiedad plenamente definidos”. Con este requerimiento los fallos del mercado pueden corregirse; este argumento es importante para que un mercado sea competitivo, y permita una mejor asignación de los recursos⁷.

En el caso de los recursos bajo acceso libre y la explotación individual, disminuye el beneficio a los demás por el sobre uso de los recursos, como el caso del aire limpio. Los mercados no protegen el medio ambiente. La contaminación es una externalidad negativa.

⁷ Ver Capítulo I, ítem 1.5. Política Ambiental, de la presente investigación.

1.3. TEORÍA ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El desarrollo sostenible implica lograr el crecimiento económico y el bienestar de la sociedad, con el uso racional de los recursos naturales sin comprometer los ecosistemas para las futuras generaciones. Es decir, que el término "desarrollo sostenible" pretende solucionar los grandes problemas causados por el sistema económico, como la desigualdad social y la crisis ecológica, sin renunciar al desarrollo económico. El análisis del concepto del desarrollo sostenible se puede realizar a través del enfoque de la economía ambiental y de la economía ecológica. La presente investigación, centra su análisis según el enfoque de la economía ambiental.

- **La economía ambiental**, incorpora el concepto del desarrollo sostenible en el cual el medio ambiente se puede monetarizar, aplica los conceptos e instrumentos del análisis de la economía ortodoxa de mercado. Es decir, otorga una valoración económica de las variables ambientales mediante la internalización de los costos externos, incorpora, conceptualmente, la preocupación por la calidad del crecimiento económico y el interés por asegurar un medio ambiente sano para las generaciones futuras. **Pearce, D (1995)**.

En la medida que los estragos causados por la contaminación del agua, aire y suelo son evidentes, la economía ambiental establece límites a las emisiones nocivas con el fin de mantener niveles óptimos de contaminación⁸, generalmente definidos según el análisis costo/beneficio. La Teoría Económica, desde el punto de vista económico define a la contaminación, de diferentes maneras a pesar de que sean equivalentes en el uso diario y técnico. Así tenemos:

Para **Pezzey, J (1998)**, la contaminación ocurre si las emisiones realizadas por el hombre al medio ambiente causan efectos físicos sobre los recursos vivos u otros recursos, causando de ésta manera el daño ambiental.

Según el autor, estas empresas contaminantes deberían pagar un precio por tales descargas en proporción al daño causado, para lo cual utiliza los conceptos de

⁸ Ver Capítulo I, ítem 1.4: Teoría del Nivel Óptimo de la Contaminación, de la presente investigación.

contaminación y sobre quién paga los costos de control de la contaminación y los costos de los daños que origina dicha contaminación analizados bajo los siguientes supuestos:

"las empresas son competitivas y maximizan sus beneficios. Las empresas tienen acceso a un medio ambiente local y finito. Además descargan sus emisiones a una tasa constante que causa daños no acumulativos y reversibles al medio ambiente. El costo de una empresa para reducir sus emisiones en una unidad adicional se incrementa mientras más se reduzca dicha emisión. Tanto los daños de contaminación y los costos de control pueden ser monitoreados a un costo muy bajo" (pág. 98)

Vogel, E; Rivas; E (1997), define a la contaminación ambiental como la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, que cause efectos adversos en los seres humanos... expuestos a dosis que sobrepasen los niveles de los que se encuentran regularmente en la naturaleza debido a un cambio indeseable en las características físicas, químicas y biológicas del aire, agua y del suelo. Esta definición es la más conveniente para el desarrollo de la presente investigación.

1.3.1. TIPOS DE CONTAMINACIÓN

La contaminación puede clasificarse de acuerdo a su origen en:

- **Natural:** causada por fuentes de contaminación de origen natural, como volcanes o efectos geoclimáticos. Se caracteriza generalmente por que se encuentra dispersa en un área mayor, cuyo efecto es diluido por los procesos naturales.
- **Antropogénica:** producida o distribuida por el ser humano. Este tipo de contaminación ocurre en áreas cercanas a zonas urbanas y regiones industriales donde los contaminantes están concentradas en pequeños volúmenes de aire, agua y suelo.

El Cuadro 1.1, presenta las concentraciones de los elementos metálicos mayoritarios y minoritarios que proceden de fuentes de origen natural y antropogénico.

CUADRO 1.1
ELEMENTOS ANTROPOGENICOS Y SUS FUENTES NATURAL Y SECUNDARIA

ELEMENTO ANTROPOGENICA	FUENTE NATURAL	FUENTE SECUNDARIA
Fe	material litogénico	aporte a través de micronutrientes en fertilizantes
Al	material litogénico	
Cu	reducido material litogénico	fertilizantes, fungicidas en campos aledaños, exposición de aguas residuales.
Pb	reducido material litogénico	tránsito vehicular, tráfico aéreo, insecticidas, quema de residuos sólidos, pilas y acumulado
Zn	material litogénico	exposición de aguas residuales, fertilizantes y pesticidas en campos aledaños
Cd	reducido material litogénico	emisión industrial, residuos de pilas y acumuladores, exposición de aguas residuales
V		combustión de combustible por tráfico vehicular
Cr	material litogénico	exposición de aguas residuales, incendios forestales en zonas rurales

Fuente: Tongo, Pizarro. "Estudio del grado de contaminación por partículas sedimentables de origen antropogénico y natural en la ciudad de Piura". UNP, 1999

Según **García, I (1997)**, la emisión de sustancias contaminantes al medio ambiente es el resultante de procesos industriales y de la eliminación de residuos. Las sustancias contaminantes al ser liberadas al medio ambiente, circulan y sufren alteraciones por factores naturales y artificiales que se interrelacionan y cuyos desplazamientos se producen en el entorno atmosférico, subterráneo y acuático. Entre las emisiones a la atmósfera pueden estar constituidas por emanaciones volátiles de la superficie de lagunas o descargas directas a la atmósfera de chimeneas, además de las emisiones gaseosas como la combustión del CO₂, H₂S y de gases emitidos por combustión incompleta. Así también, de la emisión de partículas, polvillo de cenizas, compuesta generalmente por metales tóxicos.

Las emisiones particuladas provienen sobre todo de la combustión, la erosión eólica y de los procesos mecánicos que producen partículas finas procedentes de una gran variedad de sustancias contaminantes. Entre estas sustancias se encuentran los compuestos orgánicos y los metales.

El Cuadro 1.2, presenta una relación de contaminantes y sus principales efectos en la salud humana.

CUADRO 1.2
PRINCIPALES CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

Contaminantes	Principales efectos
Plomo	Trastornos en metabolismo celular
Cloro y carbono	Alergias específicas
Bióxido de azufre	Daños en los pulmones, irritación de ojos y piel.
Oxido de Nitrógeno	Destrucción del esmalte de los dientes, asma, fatiga, cansancio, catarro crónico.
Cadmio	Disminución de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, náuseas, debilidad, dolor de cabeza y mareo.
Hidrocarburos	Enfermedades cancerígenas.
Materiales Calientes	Disminución del oxígeno disuelto en el Agua, provocando una disminución del número de organismos vivos encontrados.
Desechos domésticos ^{1/}	Epidemias como Hepatitis, poliomielitis.
	La fiebre tifoidea, disentería
Desechos industriales ^{2/}	Alta mortandad de flora y fauna marinas
	Graves intoxicaciones, consumo de
	Mariscos contaminados.

Fuente: Contaminación Ambiental. México – Editorial Trillas S.A. 1993.

1/ aguas negras y detergentes.

2/ como: espuma, aceite, cianuro, fragmentos de vidrio y metal, arsénico, cromo, mercurio, entre otros.

Según **Miller, G (1994)**, en la tropósfera existen contaminantes que ocasionan mayor contaminación ambiental, tales como:

- Materia particulada suspendida, millares de tipos de partículas como el polvo, hollín, polen, asbesto y plomo.
- Óxidos, compuestos orgánicos volátiles, gases y sustancias radioactivas.

Los contaminantes, como el material particulado en suspensión, permanece en la atmósfera en diferentes intervalos de tiempo, según el tamaño relativo de las partículas. Las partículas grandes, con diámetros mayores a 10 μm , normalmente permanecen en la tropósfera uno a dos días antes de caer a la superficie por gravedad o precipitación. Las partículas de tamaño medio, con diámetros entre 1 a 10 μm , son más ligeras y tienden a permanecer suspendidas en el aire durante varios días. Entre las partículas medianas a grandes, se encuentran la ceniza volante, polvo de cemento, harina, polvo de carbón, polvos y humos metalúrgicos, polvo de insecticidas, los pigmentos de pintura. Entre la partículas grandes, se encuentra el polen.

Las partículas finas, con diámetros menores de 1 μm , pueden permanecer suspendidas en la tropósfera durante una a dos semanas y en la estratósfera durante uno a cinco años. Las partículas finas son las más peligrosas para la salud humana. Entre ellas, los núcleos de sal masiva, negro de carbón, humo de tabaco, núcleos de combustión, polvos y humos metalúrgicos, smog fotoquímico.

1.4. TEORIA DEL NIVEL OPTIMO DE LA CONTAMINACIÓN

Medir el daño ambiental es la necesidad de identificar la curva de Costes Marginales Externos, de cara a una regulación del nivel de contaminación. Es importante tener en cuenta que la medición se ha de realizar en unidades monetarias, ya que si la medición se realizase en otro tipo de unidades no sería posible identificar el óptimo social: la curva de Beneficios Marginales Privados viene dada en unidades monetarias, **Pearce, D (1995)**.

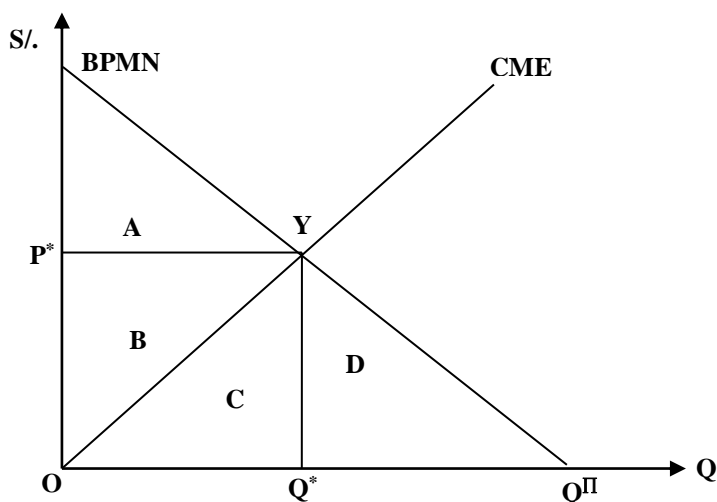
El principal problema de este tipo de enfoque es la ausencia de mercados reales para la mayor parte de beneficios y costes ambientales, no existe un mercado de la

calidad del aire ni del agua. Es decir, que la solución a este problema pasa por la creación de mercados artificiales o bien por el uso de métodos indirectos de mercado.

La valoración ambiental también puede ser utilizada para mostrar la importancia de la política ambiental. La mayor parte de las ganancias derivadas de las actuaciones en política ambiental no se manifiestan como ganancias monetarias inmediatas: los beneficios se encuentran más en la calidad de vida que en el incremento del producto interior.

Por último resta indicar que la valoración monetaria del ambiente nos sirve también para comprobar la racionalidad económica de invertir o no en una mejora ambiental. El coste de tales mejoras se mide en unidades monetarias. Como los recursos son escasos, es importante establecer aquellas políticas cuyos beneficios superen a los costes, y determinar esto sólo es posible si ambos se miden en las mismas unidades. De hecho, el equilibrio económico vendría dado por el punto en el que los beneficios marginales fuesen iguales a los costes marginales, lo cual asegura la asignación eficiente de los recursos escasos.

FIGURA 1.2
NIVEL OPTIMO DE EXTERNALIDAD



La contaminación al generar un costo externo indica que una actividad de un agente provoca pérdida de bienestar a otro agente si la pérdida de bienestar no está compensada. Si la pérdida de bienestar se acompaña de una compensación por parte del agente que causa la externalidad, el efecto se internaliza y por ende no hay costo externo.

En el figura 1.2, **Pearce, D (1995)**, se tiene que:

BPMN = es la curva de beneficios privados marginales netos. Es decir, del beneficio neto extra de cambiar el nivel de actividad en una unidad.

CME = es el costo marginal externo. Valor del daño ocasionado por contaminación proveniente de la actividad medida por Q

Q = es el nivel de producción .

Q^π = es el nivel de la actividad económica que produce los máximos beneficios privados.

Q* = es el nivel óptimo de externalidad. A este nivel

BPMN = CME y **BPMN = P – CM**, donde,

CM = es el costo marginal de producir el contaminante. Es decir que,

P = CM + CME; y **CMS = CM + CME**, donde, **CMS** = es el costo marginal social.

Por tanto, cuando:

BPMN = CME,

P = CMS, el precio es igual al costo marginal social que representa la optimalidad paretiana.

El área por debajo de BPMN, es el beneficio privado total neto del contaminador. El área por debajo de CME, es el coste total externo. El objetivo de la sociedad es maximizar la suma de los beneficios menos los costes. Es decir, que el triángulo OQ*Y, es el área donde se puede obtener un mayor beneficio neto, por ende, Q* es el nivel óptimo de actividad. Esto implica que, el nivel de contaminación física correspondiente a Q*, es el nivel óptimo de contaminación. Por tanto, el área OQ*Y, es el nivel óptimo de la externalidad. Y, el área A + B, representa el nivel óptimo de beneficios privados netos para el contaminador.

Así también, el área A, representa el nivel óptimo de beneficios sociales netos, y el área C + D, representa el nivel de la externalidad no óptimo que necesita ser eliminado por algún tipo de regulación.

Sin embargo, un nivel de actividad económica y socialmente óptima no coincide con el óptimo privado si existen costos externos. Entonces, es posible lograr el óptimo social mediante el mercado, al asegurar la cantidad óptima de la externalidad por medio de sistemas impositivos o estableciendo limitaciones cuantitativas por medio de la regulación gubernamental.

1.4.1. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA CONTAMINACIÓN

La Teoría Económica, al referirse a los beneficios que genera la contaminación, se considera la situación en la que un agente generaría un nivel positivo de bienestar por lo a que se tendría un caso de beneficio externo o también denominado externalidad⁹ positiva, o economía externa, mientras que una pérdida de bienestar generado un coste externo¹⁰, se le conoce también como una externalidad negativa o diseconomía externa. En la práctica contaminar el medio ambiente genera por lo general externalidades negativas. Es decir, que las emisiones contaminantes generan impacto negativo a los miembros de la sociedad. Razón por la que en esta sección analizaré los costos generados por la contaminación.

1.4.1.1. COSTOS DE CONTROLAR LAS EMISIONES

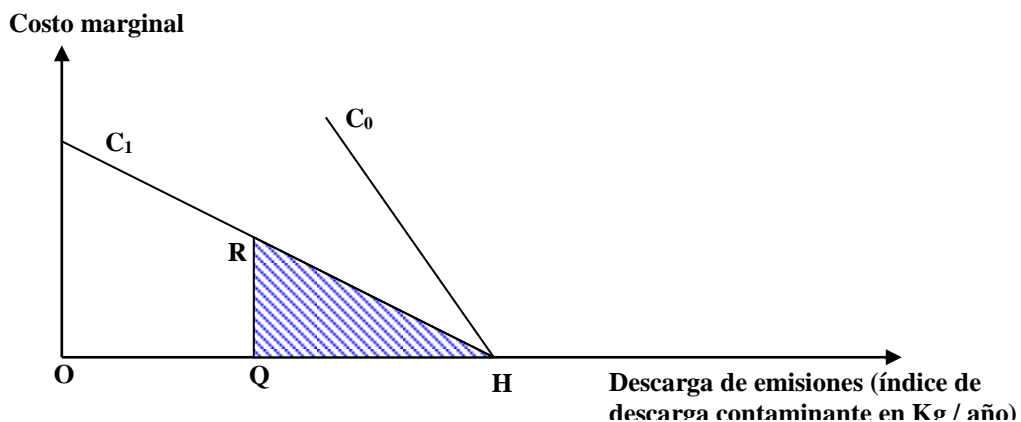
"La contaminación ocurre si las emisiones realizadas por el hombre al medio ambiente causan efectos físicos...sobre los recursos vivos u otros recursos y si los hombres consideran a estos efectos como un tipo de...daño...La contaminación se da cuando la emisión hecha por el hombre causa...perjuicios a la salud humana".¹¹

⁹ Ver ítem 1.2: Teoría de las Externalidades, del presente capítulo.

¹⁰ Este coste externo existe si la actividad de un agente provoca una pérdida de bienestar a otro agente y está perdida de bienestar no está compensada.

¹¹ Mayor detalle, Ver: Pezzey, J (1998) en: "Cuando Contaminar no Cuesta". Consorcio de Investigación Económica - DESCO, Lima. Págs. 108

FIGURA N°1.3
COSTO DE CONTROL DE EMISIONES



En el Figura N°1.3, las curvas C_0 , C_1 , se definen como:

C_0 = es el costo marginal al reducir el flujo de emisiones por debajo de OH, en el corto plazo

C_1 = es el costo privado marginal de largo plazo de la empresa, de disminuir la descarga de emisiones por debajo de OH.

Así también,

OH = es el nivel de emisiones que maximiza los beneficios de la empresa, lo que la empresa descargaría en ausencia de toda restricción sobre sus emisiones.

QRH = es el costo total de largo plazo de la empresa por disminuir la descarga de emisiones de OH a OQ. Así también, el área representa el beneficio de emitir OH y no OQ

Dadas las condiciones de mercado, el incremento de C_1 de derecha a izquierda refleja los retornos decrecientes de escala en el control de la contaminación; mientras que, el área QRH representa el costo total para la empresa en unidades de tiempo/ dinero de emitir OQ en lugar de OH

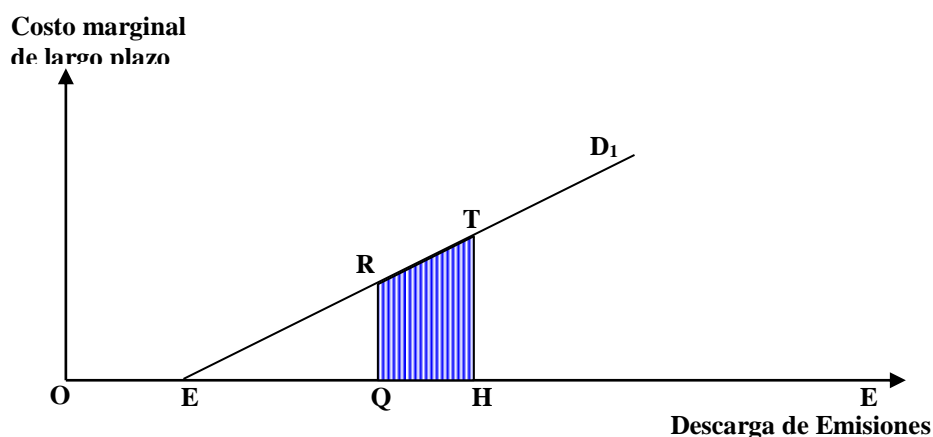
1.4.1.2. COSTO DEL DAÑO DEL MEDIO AMBIENTAL

En la gráfica N°1.4,¹²

D_1 = es el daño Marginal Medio Ambiental de largo plazo generados por las emisiones de un contaminante.

Q RTH = representa un incremento en el monto total de largo plazo del daño ambiental causado por un incremento del flujo de emisiones de OQ a OH.

FIGURA N°1.4
COSTO DEL DAÑO MEDIO AMBIENTAL



1.4.2. NIVELES DE CONTAMINACION OPTIMA

La figura 1.5, grafica el costo de controlar las emisiones y el costo del daño ambiental.

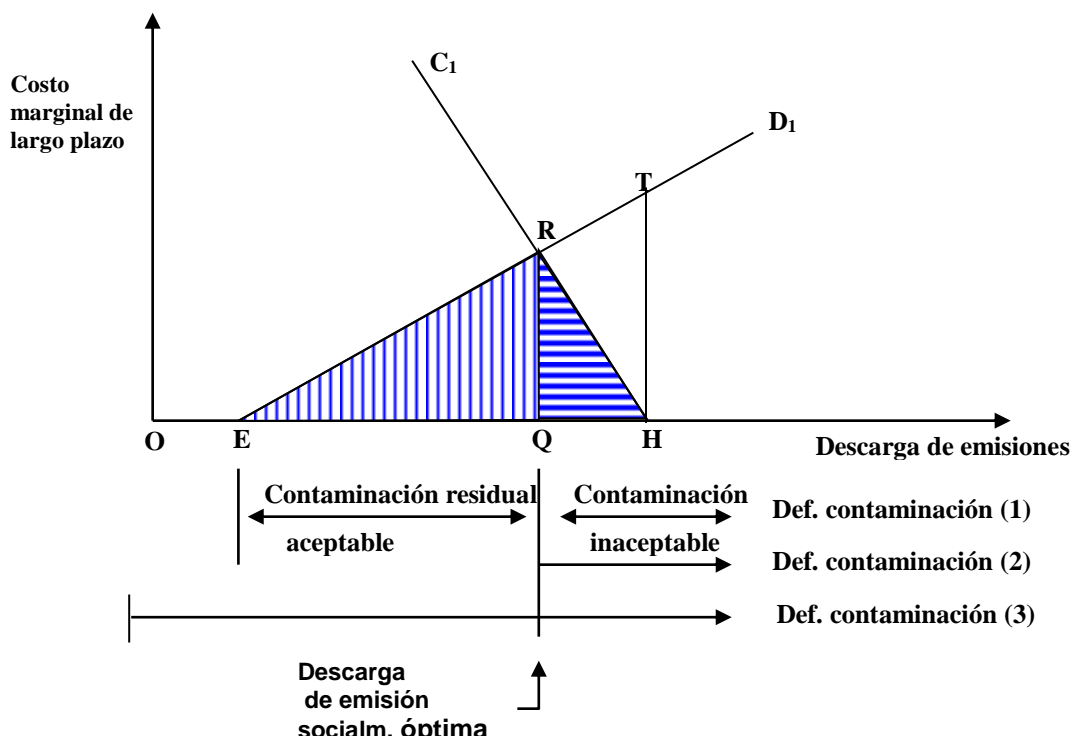
En donde:

C_1 = es el costo marginal de largo plazo de la empresa por el control en la disminución de la descarga de emisiones. Es decir, que este Costo Marginal es la

¹² Ver nota de pie de página anterior.

disminución de las ganancias al tener que disminuir las emisiones en una unidad adicional. C_1 tiene pendiente negativa, porque el costo marginal de la empresa aumenta si disminuyen el flujo de emisiones o viceversa; el beneficio ambiental aumenta si las emisiones disminuyen.

FIGURA 1.5
DESCARGA DE EMISIONES SOCIALMENTE OPTIMA



D_1 = es el costo marginal de largo plazo del daño ambiental por el aumento de la descarga de emisiones. Es decir, es el daño marginal medio ambiental de largo plazo generado por las emisiones del contaminante. Por tanto, es la pérdida del beneficio ambiental. D_1 tiene pendiente positiva, porque el daño aumenta si aumentan el flujo de emisiones o viceversa.

OQ = es la carga óptima en la cual $C_1 = D_1$

QRTH = es el área de beneficio al medio ambiente

QRH = es el costo para la empresa

H = es el nivel no controlado de emisiones

OE = es el nivel de emisión asimilada, capaz de no dañar o de recuperar y conservar el medio ambiente

EQ = es el nivel de emisión contaminante o contaminación residual.

Si la carga de emisión disminuye de OH hacia OQ. Entonces, el beneficio al medio ambiente es mayor que el costo para la empresa. Gráficamente, el área QRTH es mayor que el área QRH. Es decir, se obtiene un beneficio social neto correspondiente al área RTH.

RTH = es el área de beneficio social neto por un cambio en la descarga de emisiones de OH a OQ. Este beneficio social neto es equivalente al costo mínimo social, determinado por un nivel eficiente de emisiones, tal como el segmento OQ.

OQ = es la carga óptima o nivel óptimo de contaminación, en OQ, el costo marginal es igual al daño marginal. Esto es, el costo del control marginal en la disminución de la carga de emisiones es igual al costo de daño marginal. Por tanto, OQ, minimiza la suma del costo social total del control de emisión de la empresa más los costos sociales totales de los daños de las emisiones al medio ambiente.

ERQ = es el área de contaminación óptima de daño ambiental. Esta área determina el costo mínimo social basado en el nivel óptimo de contaminación o nivel eficiente de emisiones.

En la figura 1.5, se observa que, la contaminación sucede cuando se excede OE, con la emisión hasta OQ es la causante de contaminación inaceptable. Es decir, que la contaminación solo se da cuando las emisiones exceden OQ.

Al determinar el costo mínimo social por medio del nivel eficiente de emisiones donde el Costo Marginal de Reducción es igual al Daño Marginal, se explica el por qué de una empresa que contamina el ambiente no se le aplique una política ambiental con un

nivel óptimo de emisiones de todos los contaminantes igual a cero, o en todo caso que tenga que cerrar la fábrica. Es decir, no es óptimo que una empresa que contamine el ambiente tenga que cerrarse sino que tenga un nivel eficiente de emisiones, para lo cual tiene que recurrir en costos para disminuir la descarga de emisiones. La empresa tiene que invertir, usar tecnología sofisticada y seguir produciendo en el mercado, bajo el supuesto de que opera en el mercado con retornos decrecientes de escala en su estructura de costos y en sus costos de control de sus emisiones; para reducir los costos ambientales. Significa que sus costos empresariales aumentan al reducir las emisiones en una unidad adicional mientras más se reduzcan dichas emisiones, hasta llegar a un nivel eficiente de descarga de contaminantes, donde se reduce el daño marginal medio ambiental hasta el nivel óptimo de contaminación.

Por tanto, la empresa tiene que seguir produciendo para generar los bienes que necesita la economía, así como seguir obteniendo sus márgenes de utilidades empresariales después del proceso productivo operando con un nivel eficiente de emisiones. La actividad económica tiene que compatibilizarse con la conservación y preservación del medio ambiente.

1.4.2.1. LOS DERECHOS DE LA CONTAMINACION: EL PRINCIPIO DE QUE "EL QUE CONTAMINA PAGA"

El principio del que contamina paga, PPP¹³, significa que el contaminador deberá cubrir los gastos: de prevención y de control de la contaminación, decididas por el gobierno que permita llegar al óptimo social y asegurar que el medio ambiente se encuentre en un nivel aceptable. Hay dos enfoques distintos del principio del PPP:

A) El PPP estándar

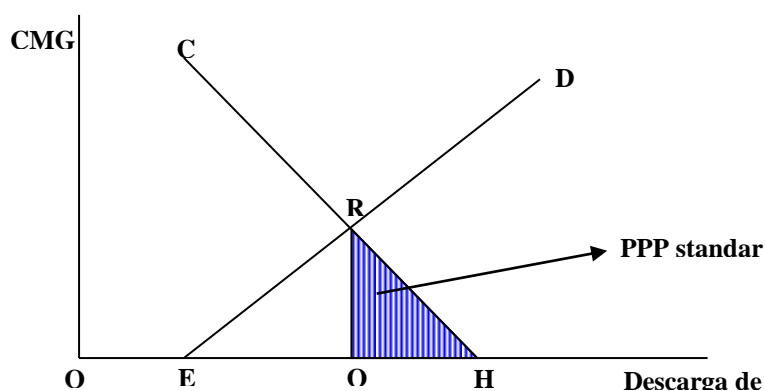
Este enfoque se le permite al contaminador el derecho económico para descargar una contaminación libre de cargo y que los contaminadores paguen el costo de alcanzar el nivel óptimo de emisiones a un nivel óptimo de descarga aceptable, tanto en el corto

¹³ PPP: de las iniciales en inglés de la expresión: "Polluter Pays Principle". En español, expresa la frase: "Quien Contamina Paga"

como en el largo plazo. Por tanto, no pagan por los daños ambientales causados por el flujo óptimo de dichas emisiones. En la figura 1.6, corresponde el área ERQ: zona libre de cargo económico. Entonces, los contaminadores solo pagan el área QRH: equivalente a los costos de control de las emisiones.

Según Pezzey, J (1998), *"El PPP estándar requiere que en términos netos los contaminadores paguen el costo de alcanzar el nivel óptimo de emisiones, pero no por el daño causado por la emisión óptima remanente o contaminación residual"* (pág.118)

FIGURA 1.6
EI PPP ESTANDAR

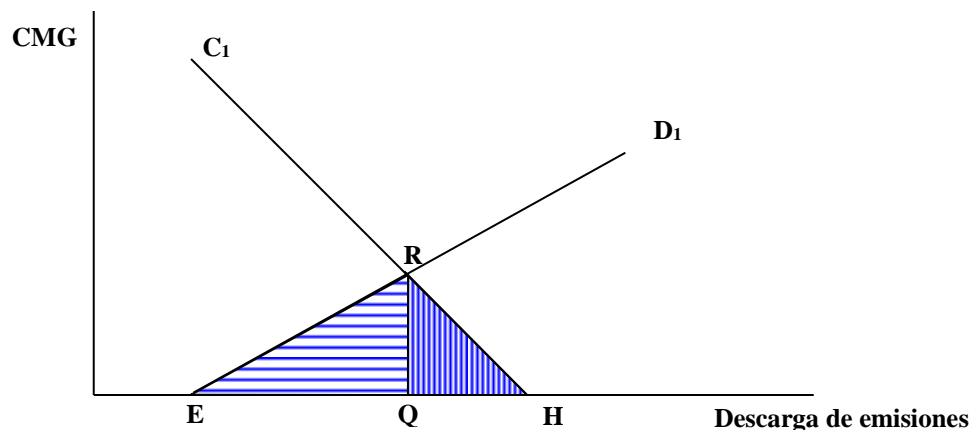


B) EI PPP extendido

En la figura 1.7, mediante este enfoque, los contaminadores pagan el costo por alcanzar el nivel óptimo de emisiones: área QRH, más los costos de daños por contaminación de la emisión óptima remanente, área ERQ. Es decir, el pago total es el área ERH.

Según Pezzey, J (1998), *"El PPP extendido requiere que en términos netos los contaminadores paguen tanto el costo de alcanzar el nivel óptimo de emisión como el daño que genera la contaminación de la emisión óptima remanente"* (pág.118)

FIGURA 1.7
EI PPP EXTENDIDO



1.5 INSTRUMENTOS DE POLITICA AMBIENTAL

A nivel mundial, durante las últimas décadas los problemas ambientales se han incrementado debido al crecimiento urbano explosivo que han generado fuertes presiones sobre la cantidad y calidad de los recursos como el aire, agua y suelo. **Treviño, B; Cázares, E (1997)** ¹⁴

Al respecto **Pezzey, J (1998)** ¹⁵ expresa que ***"la empresa que emite sustancias contaminantes al medio ambiente debe pagar un precio por tales descargas en proporción al daño causado"***. Por tanto la decisión de dichas empresas de emitir sustancias contaminantes será controlada de modo indirecto por las fuerzas de mercado antes que controlada directamente por la autoridad. Estos dos mecanismos darían como resultado que paguen el mismo precio por cada unidad extra de contaminación descargada. Esto llevaría a minimizar costos de control de emisiones.

¹⁴ Control de la Contaminación Ambiental". En: "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible" Thompson Editores, México, 1997.

¹⁵ Mecanismos de Mercado para control de la contaminación. El contaminador paga. Aspectos prácticos y económicos. En: "Cuando Contaminar no Cuesta". Pezzey, J (1998). Consorcio de Investigación Económica - DESCO, Lima, págs. 95

Sin embargo, controlar la contaminación únicamente a través de precios podría no proteger al medio ambiente de modo adecuado debido a altas descargas contaminantes. Por tanto, se asume que los mecanismos de mercado de control de la contaminación incorporará en la práctica de alguna forma de control regulatorio sobre cargas máxima de contaminación.

La competencia imperfecta, particularmente el monopolio natural, es la justificación normativa tradicional para que haya una regulación gubernamental¹⁶. En el caso de un monopolio natural, la eficiencia económica requiere una sola empresa.

La segunda razón importante de la regulación gubernamental es el caso de la información imperfecta, ya que obtener información resulta costoso. En consecuencia, cuando los consumidores van a hacer alguna transacción, no siempre cuentan con la información completa sobre cuestiones tales como calidad del producto. El gobierno debe intervenir y compensarnos por la información incompleta¹⁷.

Una tercera razón de la regulación gubernamental está en el área de suministro de bienes y males públicos, los cuales, por supuesto, junto con las externalidades, son nuestro objetivo. Cuando hay elementos de “carácter público”, es decir, de no rivalidad o no exclusión, los mercados privados son deficientes. El gobierno interviene para tratar de corregir el problema y puede ayudar a suministrar estos bienes o males de manera eficiente, y eliminar efectivamente el mercado privado. Con bastante frecuencia, éste es el caso de los bienes públicos y, menos con los males públicos, es decir, el gobierno fija un conjunto de regulaciones para restringir la producción de contaminación.

La teoría de la regulación a favor de los grupos de interés sostiene que la búsqueda de renta es el motivo principal de la regulación, esta búsqueda de renta no es una justificación de las regulaciones, sino más bien una explicación de la existencia de algunas regulaciones, es decir, una teoría positiva de la regulación. Las empresas

¹⁶ Este tema es tratado de manera más profunda en el campo de la organización industrial y regulación. Por ejemplo, véase Spulber (1989), Viscusi et al. (1992) o Carlton y Perloff (1994).

¹⁷ Aunque la información incompleta es un problema, no siempre tiene que ser resuelto mediante la intervención del gobierno. En el caso de la seguridad de los alimentos, las empresas privadas podrían hacer pruebas con los productos y ponerles el “sello de aprobación” a los que cumplen ciertas normas.

privadas utilizan al gobierno para garantizar la obtención de ganancias adicionales o rentas, por medio de restricciones a la actividad económica que impone al gobierno.

Por otro lado, **Pearce; D, (1995)**, manifiesta que la política ambiental ha recurrido a las denominadas políticas de “Comando Control”, mediante lo cuál se fijan ciertos estándares ambientales para que sean cumplidos por el sector productivo castigando el incumplimiento con multas y otras penalidades. Este enfoque ha sido criticado por los economistas, básicamente por su ineficiencia en lograr los objetivos ambientales al menor costo posible. Dado que los instrumentos económicos requiere de un marco institucional más sólido y capacitado que el que usualmente tienen los países en vías de desarrollo.

1.5.1. CRITERIOS PARA EVALUAR POLITICAS AMBIENTALES O DE SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

Una política ambiental es eficiente, si los costos marginales de reducción y los daños marginales son iguales, o está muy cerca del punto óptimo. En un enfoque de políticas descentralizadas, la información se genera a partir de las interacciones de los agentes involucrados. **Pezzey, J (1998)**

Bajo el enfoque de costo efectividad, una política es efectiva si produce el máximo posible de mejoramiento ambiental por los recursos utilizados o, si logra determinada cantidad de mejoramiento ambiental al menor costo posible. **Gonzáles, J (2001)**

Establecer metas de emisiones o metas ambientales es un compromiso que, normalmente, sacrifica la eficiencia en el control de la contaminación. Para cada contaminador el control de la contaminación tiene costos diferentes. La forma menos costosa de lograr un objetivo de emisión dado implica controlar la contaminación desde diversas fuentes en una forma que refleje los diferentes costos de dicho control. Si una serie de regulaciones ambientales logra la meta a menor costo, decimos que esa regulación tiene costo-efectividad. Si la regulación es complicada y no equipara bien las

reducciones de la emisión con los costos del control, entonces es muy posible que la regulación no sea costo-efectiva.¹⁸

La calidad ambiental ha obligado a los diferentes Estados a constituir, diseñar, implementar y aplicar políticas ambientales, en la cual los aspectos económicos desempeñan un rol importante. Es decir, que supone un intento de compatibilización entre actividad económica y medio ambiente con el esfuerzo financiero por parte del gobierno, empresas y familias.

La política ambiental, se propone como objetivo teórico en el que en un sistema de economía de mercado debe internalizarse los costos sociales y/o ambientales derivados de la contaminación y del deterioro ambiental.

La teoría y práctica de la política ambiental, tiene como principio: PPP, “Quien contamina paga”¹⁹ Este principio implica que los costes de la lucha contra la contaminación y de las medidas de reducción son asumidas por el contaminador. **Pezzey, J (1998)**

Para lograr los objetivos propuestos, en una economía de mercado, se emplean los instrumentos de política o regulación ambiental. El acierto en la elección de estos instrumentos es decisivo para la eficacia de la política ambiental, debiéndose proceder a una valoración concreta de su oportunidad, viabilidad, y coste de su aplicación. Así también, se requiere de la realización de evaluación de impacto ambiental. **González, J (2001)**

El crecimiento económico implica mayores emisiones industriales, y el aumento en el parque automotor han deteriorado la calidad ambiental, en particular, del aire para la población urbana. La generación de una cantidad creciente de desechos sólidos y mayor conciencia sobre sus impactos negativos hace costosa su disposición final. Para el caso

¹⁸ Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 2001. Pág. 171

¹⁹ Ver ítem 1.4.2.1. Los Derechos de Contaminación: El Principio de que el que Contamina Paga.

chileno, se estima una inversión de US \$ 70 millones de dólares anuales para mejorar la calidad del aire en Santiago.²⁰

1.5.2 INSTRUMENTOS PARA LA REGULACION AMBIENTAL

Para propósito de la presente investigación, la regulación ambiental, utiliza instrumentos mediante la regulación directa e instrumentos económicos. Entre los primeros se encuentran los estándares de calidad y estándares de emisión, en el aire, agua y sustancias tóxicas; y estándares tecnológicos, estos últimos, ampliamente utilizados en los Estados Unidos para regular contaminantes atmosféricos peligrosos y para regular contaminantes en el agua.

1.5.2.1 INSTRUMENTOS ECONOMICOS

Según **Kolstad, Ch (2001)**, la regulación ambiental²¹, utiliza los instrumentos económicos como los derechos y propiedad, la creación de mercados y los instrumentos fiscales, como los impuestos de contaminación, impuesto de emisiones o descarga, para el control de la contaminación sobre el medio ambiente.

1.5.2.1.1. CREACION DE MERCADOS Y DERECHOS DE PROPIEDAD

Lo principal es que los derechos de propiedad definidos adecuadamente pueden significar una gran diferencia en si un mercado asignará o no, bienes y males de manera eficiente. Los derechos de propiedad deben ser inicialmente asignados por el gobierno. La población tiene el derecho a un aire puro y, si hay contaminación, tiene el derecho a eliminarla o a ser compensada por los daños que ocasiona. El principio de que “el que contamina paga” está incluido en una política pública sobre el control de la contaminación en muchas partes del mundo.

²⁰ Según la Sociedad de Fomento Fabril, ha estimado que en 1992, se gastó US \$ 560 millones (1.9% del PBI), en proyectos orientados a mejorar la calidad ambiental. Las inversiones requeridas para reducir las emisiones de las principales fundiciones de cobre de Chile son cercanas a US \$ 1,000 millones.

²¹ Ver también, ítem 1.4. Teoría del Nivel Optimo de la Contaminación, de la presente investigación.

El tema es quién debe tener los derechos, el contaminador o la víctima. En términos de eficiencia, no hay diferencia si el contaminador tiene derecho a contaminar, o la víctima tiene derecho al aire puro, ya que el derecho a contaminar es un derecho de propiedad que tiene cierto valor; si se permite negociar tales derechos, la eficiencia debería prevalecer sin importar cómo se asignaron inicialmente. Si el derecho vale más para la víctima que para el contaminador, la víctima terminará con el derecho, sin importar cómo se distribuyó al principio. Desde luego, la distribución inicial de los derechos sí cuenta para cuestiones de equidad, pues tales derechos pueden ser valiosos porque proveer a alguien con ellos, es como darle dinero y recursos.

El Teorema de Coase²², se enuncia al suponer un mundo en el cual algunos productores y consumidores son sujetos de externalidades generadas por otros productores y consumidores. La primera del teorema se refiere al caso en el que no hay impedimentos para comprar y vender los derechos sobre la contaminación, por lo que en este caso la distribución inicial de los derechos no importa. La segunda incluye los impedimentos para negociar los derechos de propiedad, y no es de sorprender que en este caso la distribución inicial de derechos si importa.

Los costos de transacción son los que se generan al realizar una transacción por encima del intercambio de dinero por un bien. Los costos de transacción cubren numerosos costos diferentes asociados con la consecución de una transacción. Es decir, que el costo de transacción es un pago adicional asociado con la consumación de la transacción²³.

El teorema de Coase, tiene un significado para la política ambiental. Una se refiere a los costos de transacción para la distribución eficiente de los derechos de tener un ambiente limpio, lo que significa que al diseñar un conjunto de derechos de propiedad sobre el medio ambiente, es importante tanto la distribución eficiente de los derechos como el esfuerzo para reducir los costos de transacción. **Kolstad, Ch (2001)**²⁴

²² Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 2001. Pág. 123-125

²³ Los altos costos de transacción han sido culpados por el fracaso de varios sistemas de negociación de la contaminación. Véanse Hahn (1989) y Stavins (1995)

²⁴ Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 2001. Pág. 129-130

Arrow, K (1970), propone la construcción de mercados artificiales para la externalidad mediante la asignación de derechos para la creación de la externalidad.

La propuesta de la redefinición de los derechos de propiedad; es decir, de asignar derechos y obligaciones sobre los bienes a determinados agentes, si los bienes son excluidos. Si el bien es no excluido, entonces, se propone la regulación por medio de las instituciones. **Barrantes, Roxana (1993)**.

1.5.2.1.2 INSTRUMENTOS DE POLITICA AMBIENTAL

Pigou, A (1946), propone la utilización de impuestos y subsidios. Afirma que, cuando hay externalidad hay discrepancia entre costos sociales y costos privados. Entonces, poner impuestos u otorgar subsidios para eliminar la diferencia.

El impuesto óptimo se conoce como un impuesto pigoviano, de tal forma de igualar costos y beneficios marginales de reducción. Según este enfoque de costo efectividad, se fija el impuesto al nivel requerido para cumplir la meta. Los instrumentos fiscales más utilizados son los impuestos de emisión o descarga, impuestos sobre insumos o productos, impuestos a la explotación de recursos, entre otros.

Si el gobierno interviene con un precio por la contaminación sobre el medio ambiente, el precio será negativo, al ser la contaminación un mal. Es decir, los contaminadores pagan un precio por cada unidad de contaminación que generan, por lo que corrige, al menos en teoría, el fallo del mercado. **Kolstad, Ch (2001)**

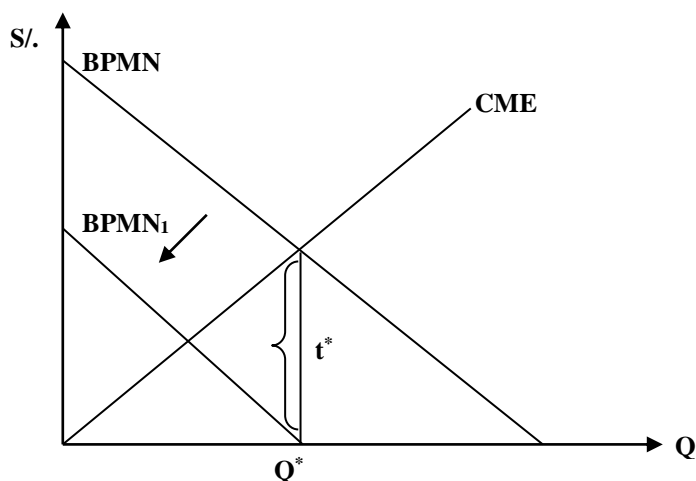
1.5.2.1.2.1. IMPUESTOS PIGOVIANOS Y LA CONTAMINACIÓN OPTIMA

Un impuesto pigoviano es un impuesto por unidad de contaminación pagado por el contaminador, exactamente igual al daño marginal agregado ocasionado por la contaminación, cuando ésta es evaluada en su nivel de eficiencia. Por lo general, este impuesto se le paga al gobierno, **Kolstad, Ch (2001)**

El nivel de contaminación define que los ahorros marginales de la empresa ocasionados por la contaminación, sea igual al daño marginal de la contaminación sobre

toda la población. Es decir, que el impuesto pigoviano se define como los ahorros marginales de la generación de contaminación en el nivel óptimo de contaminación. Si no estamos en el punto óptimo, el impuesto pigoviano no será ni el costo actual marginal de control de la contaminación ni el daño marginal causado por ella. Por tanto, el impuesto pigoviano no es cualquier impuesto por emisión, sino que es el que equivale a los ahorros marginales de la contaminación en su nivel óptimo.

FIGURA 1.8
IMPUESTO OPTIMO DE LA CONTAMINACION



Para **Pearce, D (1995)**, el impuesto sobre el contaminador basado en la estimación del daño o coste externo, permite lograr el equilibrio entre el costo privado y el costo social.

En la figura 1.8, se grafica el impuesto óptimo sobre la contaminación, utilizando en el análisis las curvas BPMN, CME. Así también, se observa el impuesto por unidad igual a t^* . Este impuesto desplaza la curva BPMN hacia abajo, por tanto, el contaminador maximizará beneficios privados netos produciendo Q^* . Por tanto, t^* es un impuesto óptimo ya que logra el óptimo social.

Así también, se define: $t^* = \text{CME}$ en el nivel óptimo. Es decir, que un impuesto pigoviano es igual al daño causado por una unidad marginal de contaminación, CME, en

el nivel óptimo de contaminación. Por tanto, se requiere determinar la función de daño o la función de CME. La función de daño, señala como varía el daño contaminante con el nivel de contaminación emitida y cual es el valor monetario del daño.

La función del daño se determina en la siguiente secuencia: actividad económica del contaminador, emisiones contaminantes, concentración de la contaminación en el medio ambiente, exposición a la contaminación, función del daño físico, valor monetario del daño.

1.5.3. IMPUESTOS SOBRE EMISIONES Y PERMISOS TRANSFERIBLES

DME_i (e_i) = son los daños marginales por unidad de emisiones de la fuente i, que expresan la proporción del cambio en los daños DM(c) al cambiar las emisiones en la fuente i.

DM(c) = son los daños marginales por unidad de contaminación ambiental.

Entonces,

$$\begin{aligned} \text{DME}_i(e_i) &= \{D(c + \Delta c) - D(c)\} / \Delta e_i \\ &= DM(c) \Delta c / \Delta e_i \\ &= a_i DM(c) \end{aligned}$$

Si: **a_i = 2**, una unidad más emisiones produce dos unidades de contaminación y, por tanto, dos veces más daño que una unidad más de contaminación ambiental. Así, DME es dos veces más grande que DM

El nivel óptimo de contaminación requiere que se equipare el ahorro marginal de las emisiones con el daño marginal, y esto debe aplicarse a todas las fuentes. De este modo, si hay $i = 1, \dots, I$ fuentes, entonces:

$$-CM_i(e_i) = DME_i(e_i) = a_i DM(c), \quad \text{para todas las } i = 1, \dots, I \quad (\text{ecuación 1})$$

Esta ecuación, es realmente una serie de ecuaciones, una por cada fuente, que establecen que el ahorro marginal de las emisiones de la fuente sea igual al daño

marginal. Como todos los términos DM (c) son iguales, esto implica que para cualquiera de las dos fuentes, m y n,

$$CM_m(e_m) / a_m = CM_n(e_n) / a_n = -DM(c) \quad (\text{ecuación 2})$$

Entonces, los términos CM/a pueden interpretarse como el costo marginal por unidad de contaminación ambiental. Así, la ecuación, expresa que el costo marginal en términos de contaminación ambiental debe ser igual al valor negativo del daño marginal. Es decir, que la eficiencia exige que todas las fuentes tengan los mismos costos marginales de emisiones, normalizados por el coeficiente de transferencia de la fuente. Por tanto, si una fuente tiene un mayor impacto en la contaminación ambiental (a es mayor), el costo marginal de su control de emisiones también debe ser mayor.²⁵

1.5.3.1. IMPUESTOS SOBRE EMISIONES

Si el costo marginal en términos de contaminación ambiental debe ser igual al valor negativo del daño marginal, la eficiencia exige que todas las fuentes tengan los mismos costos marginales de emisiones, normalizados por el coeficiente de transferencia de la fuente.²⁶

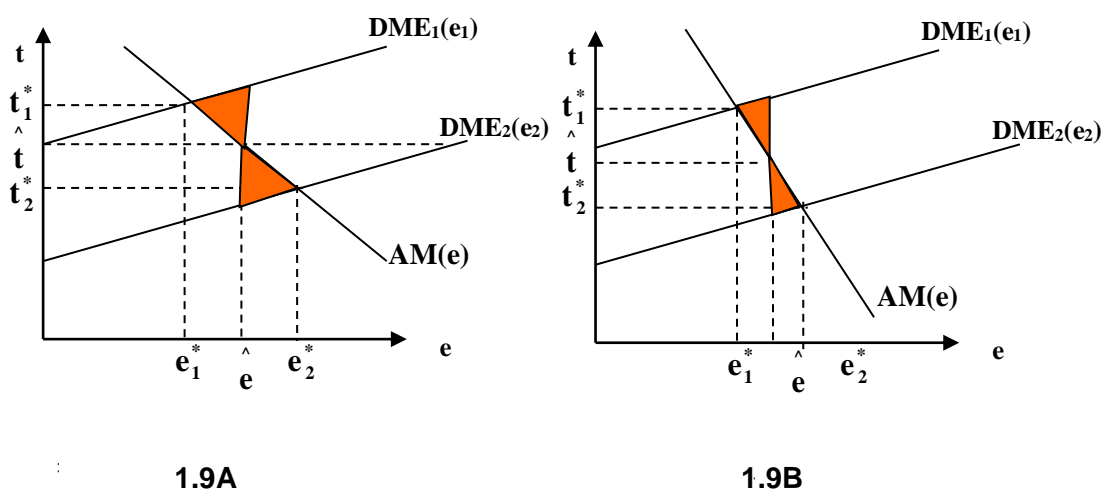
Según el análisis del autor, la mayor parte de los impuestos por emisiones no dependen de la localización, aunque sí los daños. La figura 1.9, es la representación gráfica de la ecuación 1, que grafica la curva del ahorro marginal, asumiendo que es la misma para cada empresa, así como los daños marginales normalizadas por el coeficiente de transferencia. Se han fijado los impuestos eficientes, t_1 , t_2 . Las emisiones de las empresas se expresan como e_1 y e_2 . Pero, supóngase que usamos sólo un impuesto uniforme t^* , entonces, ambas empresas emitirán la misma e^* . La pérdida irrecuperable de eficiencia asociada con este impuesto uniforme sobre emisiones es el área sombreada en la figura 1.9, y el impuesto uniforme óptimo es el que minimiza el área total de los dos triángulos.

²⁵ Mayor información, ver: Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 2001. Pág. 181-183

²⁶ Más detalle, ver: Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 2001. Pág. 183-185

La pérdida de un impuesto uniforme depende de la naturaleza de las funciones del costo marginal y del daño. En la figura 1.9B, se muestra lo mismo que en la figura 1.9A. Sin embargo, nótese las distintas pendientes para los costos y los beneficios marginales. Es evidente que la pérdida irrecuperable de eficiencia es mucho menor en este caso. De hecho, cuánto más inclinadas sean las funciones de costo marginal y más planas las de daño marginal, será más pequeña la pérdida irrecuperable de eficiencia.²⁷

FIGURA 1.9
IMPUESTOS SOBRE EMISIONES



1.5.3.2 PERMISOS AMBIENTALES TRANSFERIBLES

Un permiso de contaminación ambiental para un receptor j le da al tenedor el derecho a emitir en cualquier lugar, siempre y cuando el incremento de contaminación en el receptor j no exceda la cantidad permitida²⁸.

Si la EPA expide permisos para dos empresas y un receptor, donde:

L_1 permisos ambientales a la empresa 1, y

²⁷ Este problema de impuestos uniformes diseñados de manera óptima y sus deficiencias se estudia más ampliamente en Kolstad, 1987.

²⁸ Mayor información, ver: Kolstad, Charles D. "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF, 001. Pág. 185-189

L_2 , permisos ambientales a la empresa 2, por tanto,

$L = L_1 + L_2$ es el total de permisos. Entonces, se puede llevar a cabo la compra y venta de permisos. Sean 1 y 2 el número de permisos que tienen ambas empresas, después del intercambio. Obviamente: $L_1 + L_2 = \ell_1 + \ell_2$

Es decir, cada empresa puede emitir lo que le autoricen los permisos. Estos permisos conceden el derecho a degradar los niveles de la contaminación ambiental. Las emisiones y los niveles de contaminación ambiental se conectan por medio del coeficiente de transferencia. Siempre que se usen todos los permisos tenemos las ecuaciones siguientes:

$$a_1 \cdot e_1 = \ell_1$$

$$a_2 \cdot e_2 = \ell_2$$

Si el precio es mayor que el ahorro marginal, la empresa optará por vender algunos permisos y emitir menos. En cambio, si el precio de los permisos es menor que el ahorro marginal que la empresa obtiene por contaminar, comprar permisos resulta más fácil que controlar las emisiones; entonces, la empresa comprará permisos e incrementará las emisiones. Por tanto, lo que se pretende es buscar un precio en el que el nivel de emisiones que desea cada una de las dos empresas corresponde al número de permisos expedidos.

Si los costos totales, CT para cada empresa son:

$$\begin{aligned} CT_1(e_1) &= C_1(e_1) + \pi \cdot (\ell_1 - L_1) \\ &= C_1(e_1) + \pi \cdot (a_1 e_1 - L_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT_2(e_2) &= C_2(e_2) + \pi \cdot (\ell_2 - L_2) \\ &= C_2(e_2) + \pi \cdot (a_2 e_2 - L_2) \end{aligned}$$

donde,

π = es el precio de los permisos

$C_i(e_i)$ = es el costo directo para la empresa i, excluyendo los costos de los permisos.

Para minimizar los costos totales, cada empresa fija los costos marginales totales (CMT) en cero:

$$CMT_1(e_1) = CM_1(e_1) + a_1 \pi = 0$$

$$CMT_2(e_2) = CM_1(e_2) + a_2 \pi = 0 \quad , \text{ implica:}$$

$$\frac{CM_1(e_1)}{a_1} = \frac{CM_2(e_2)}{a_2} = -\Pi \quad \text{Alternativamente,}$$

$$\frac{AM_1(e_1)}{a_1} = \frac{AM_2(e_2)}{a_2} = \Pi$$

Esta última ecuación, indica que el ahorro marginal, normalizado por el coeficiente de transferencia, debe ser igual al precio del permiso. Esto es similar a la forma como funciona un impuesto sobre emisiones al ambiente, es decir, el ahorro marginal, normalizado por el coeficiente de transferencia, equivale al mismo número para todas las empresas.

En forma análoga, **Pearce, D (1995)** , argumenta que es posible establecer una relación entre impuestos y estándares de contaminación. Si en el mercado hay tres empresas con diferentes costos marginales de reducción, debido a la utilización de una tecnología diferente. Al establecer una reglamentación por limitación de la contaminación, tal como se observa en la figura 1.10, en el nivel S_2

A este nivel, S_2 :

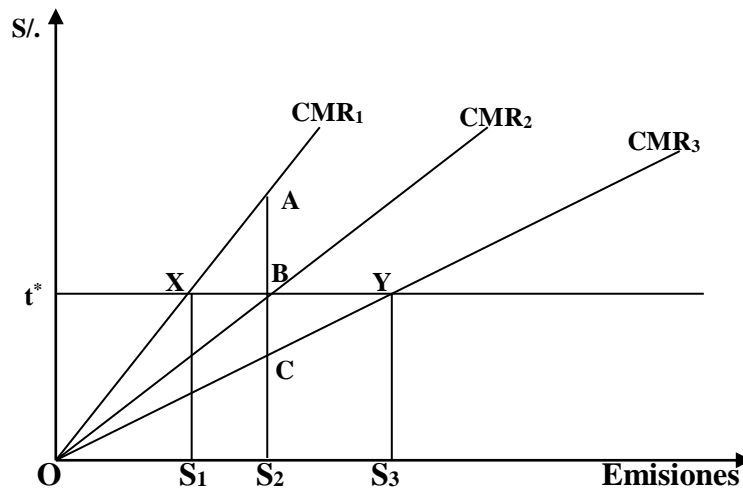
La empresa 1 tendría un límite de A, la empresa 2 un límite de B, y la empresa 3 con un límite de C. Sin embargo, si la alternativa es un impuesto t^* , entonces: la empresa 1 limitaría la contaminación en X, la empresa 2 en B, y la empresa 3 en Y.

Es decir, que para la empresa 1, antes de S_1 , es preferible reducir la contaminación que pagar t^* . después de S_1 , es preferible pagar t^* que reducir la contaminación porque $t^* < CMR_1$. Así también, en este análisis, para las otras empresas, se demuestra que :

$$CTR_{st} = OAS_2 + OBS_2 + OCS_2$$

$$CTR_{t^*} = OXS_1 + OBS_2 + OYS_3$$

FIGURA 1.10
IMPUESTOS Y ESTÁNDARES DE CONTAMINACION



Si, el **CTR $s_1 > CTR t^*$** , entonces para alcanzar el mismo nivel de contaminación, el establecimiento de estándares ocasiona mayores costos totales de limitación que el establecimiento del impuesto. Los estándares ambientales, expresa el autor, implica determinados niveles de concentración ambiental para cada elemento contaminante. Es probable que los estándares se establezcan con referencia a un criterio relacionado con la salud. El problema que plantea el establecimiento de estándares es que su resultado será económicamente eficiente solo de forma accidental, es decir que es poco probable que asegure el nivel óptimo de la externalidad.

Una virtud de los permisos transferibles es que cualquier fallo en la asignación inicial del derecho a emitir contaminantes, pueden remediarse a través del intercambio de los permisos; además, la posibilidad de intercambio hace que el costo de oportunidad de emisiones se equipare con el precio del permiso.

Los costos de búsqueda y de información son tan grandes como heterogéneos. Si los permisos de emisiones implican que un contaminador único no necesita consideraciones de espacio o de tiempo, el mercado es homogéneo, sólo hay un “bien”.

Por otra parte, si estamos tratando con un mercado de permisos ambientales en el que cada permiso debe considerarse de manera diferente, en términos de su impacto en la contaminación ambiental, lograr identificar a los probables compradores y vendedores puede resultar más complicados.

Robert Hahn (1989), investigó diversos intentos para establecer mercados de permisos en Estados Unidos de América y en Europa, e identificó que los costos de transacción son una de las principales razones del fallo. En una revisión del intercambio de contaminación en Los Ángeles, **Foster, Vivien; Hahn, R (1995)** examinaron el intercambio de grandes y pequeñas cantidades de contaminación. Argumentan que probablemente los costos de transacción son más altos por unidad de contaminación cuando se trata de cantidades menores.

1.6 TEORIA DE LA DEMANDA AMBIENTAL

La curva de demanda también puede servir para resumir las preferencias por los bienes ambientales. No obstante, el problema de estas curvas es que normalmente no hay mercados, por lo que no hay datos sobre cuánto se consume de un bien ambiental a diferentes precios. Sin embargo, la idea de una curva de demanda como representación de las preferencias implícitas, para cada bien en particular, también lo es para bienes ambientales pero es más difícil de medir.

Es difícil generar una curva de demanda de aire limpio en una zona urbana. Cómo precisar la definición de “aire limpio”, entonces, no hay la información necesaria acerca de los diferentes niveles de consumo y de precios. Pero, evidentemente, los individuos que aprecian el aire limpio estarían dispuestos a pagar por él. Cuanto más caro cueste el suministro de aire limpio, más personas estarán dispuestos a tolerar un poco de contaminación e, igualmente cuanto más barato sea el aire limpio, mayor será el número de personas que lo pedirán.

La falta de un mercado es el factor principal que complica la tarea de encontrar la curva de demanda de los bienes ambientales. Pero la ausencia de mercado constituye el

problema de casi todos los bienes públicos, incluidos, los bienes ambientales. **Kolstad, Ch (2001)**

En contraste, los bienes ambientales frecuentemente están desconectados de la oferta. Por ejemplo, la calidad del aire se ofrece, puesto que hay un costo asociado con su limpieza; sin embargo, se trata de un costo mucho más disperso, muy diferente del que se relaciona con la construcción de una escuela o un parque, y esto también hace que el trabajo de determinar la demanda sea más difícil.

1.6.1. TIPOS DE BIENES AMBIENTALES

El medio ambiente es un lugar muy complejo, y para entender su valor nos resulta útil usar un esquema de clasificación. Así, podemos clasificar los bienes con base en el origen de la contaminación: la calidad del aire es un ambiente y la del agua es otro. O podemos clasificarlos de acuerdo con la naturaleza de la parte afectada: los efectos de la contaminación en la salud, el daño a la agricultura, a los edificios y a los materiales.

Azqueta, D (1994), afirma que “El hecho de que un bien ambiental carezca de mercado no impide que se relacione con bienes que si lo tienen”. El autor analiza esta relación a través de funciones dosis – respuesta.

Es decir, para objetivos de la presente investigación, cómo se ve afectada la salud de los seres humanos, receptor, en el cercado de la ciudad de Piura por la calidad del medio ambiente en el cual hay diferentes niveles de contaminantes atmosféricos²⁹.

También podemos hacerlo por la forma como las personas perciben los daños, con el hecho de si el consumidor obtiene una utilidad del medio ambiente al usarlo³⁰. Es decir, mediante el análisis de los conceptos de valor de uso y valor de no – uso.

²⁹ Tongo Pizarro, José. “Estudio del Grado de Contaminación por Partículas Sedimentables de Origen Antropogénico y Natural en la Ciudad de Piura”. Tesis para optar el Grado de Magíster en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Piura, UNP, 1999.

³⁰ Ver ítem 1.7. Teoría de la Valoración Económica Total, del presente capítulo

1.6.2. DEMANDA DE BIENES AMBIENTALES POR PARTE DEL CONSUMIDOR

Kolstad, Ch (2001), afirma que lo que sucede con los bienes ambientales, o los bienes públicos en general, es que la cantidad no la elige el consumidor. Para el autor si:

q = es el bien ambiental.

Z = es un bien de mercado convencional

X_z = es la función de demanda ordinaria

h_z = es la función de demanda compensada

Es posible definir las funciones de demanda y gasto. Por tanto, podemos escribir la función de demanda ordinaria de z como $x_z(p_z, q, y)$ y la función de demanda compensada como $h_z(p_z, q, U)$.

En este caso, la función de gasto es directa:

$$E(p_z, q, U) = p_z h_z(p_z, q, U)$$

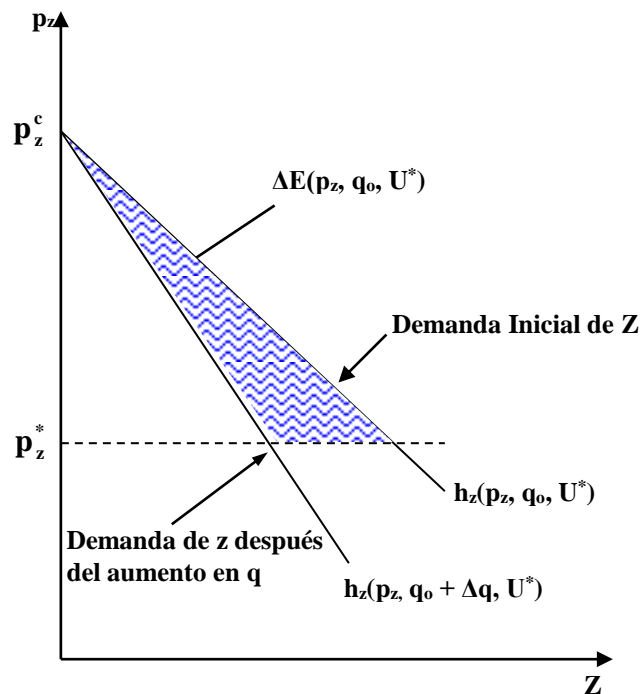
A este tipo de funciones de demanda y gasto se les denominan funciones restringidas de demanda y gasto.

Dada esta función de gasto restringido, qué sucede si aumentamos q hasta Δq ? Como q es deseable, la utilidad aumentará a menos que, en consecuencia, disminuyamos el ingreso. La proporción del cambio en la función del gasto con el cambio en q_1 es el valor de q en beneficios. Ésta es la disposición para pagar marginal por q_1 que denotamos como p_q . Si q se ofreciera en el mercado con este precio, y el ingreso fuera complementado con $p_q q$, la cantidad elegida voluntariamente sería exactamente q. Así, tenemos una conexión entre la demanda compensada y la función del gasto restringido:

$$\Delta E(p_z, q, U) / \Delta q = -p_q$$

que es la función de demanda compensada para q.

FIGURA N° 1.11
DISPOSICIÓN PARA PAGAR MARGINAL POR UN BIEN AMBIENTAL



Gráficamente, en la figura 1.11, la curva de demanda compensada para un bien del mercado, $z: h_z(p_z, q, U)$. Si el precio de z resulta ser p_z^* y la cantidad de q es q_0 . Esta curva de demanda aparece en la gráfica, junto con la cantidad de z que será consumida, z^* . Si q se incrementa a: $q_0 + \Delta q$. Como q es la calidad ambiental. Por tanto, para mantener la utilidad constante necesitamos eliminar algo de z cuando aumenta q . La curva de demanda compensada resultante para $q_0 + \Delta q$ también aparece en la figura 1.17, pero un tanto menor que la original.

El área sombreada en la gráfica, corresponde al ingreso equivalente al cambio en q . Si se aumenta q a Δq , también aumenta la utilidad, por lo que el ingreso tendrá que disminuir para mantener constante la utilidad que corresponde al área sombreada de la gráfica. También puede interpretarse como la disposición para pagar marginal por el cambio en q .

Es importante destacar las implicaciones que tiene este resultado. Se ha demostrado que al medir la demanda de bienes ordinarios para diferentes niveles del bien

ambiental, entonces, es posible regresar a la curva de demanda del bien ambiental, aunque no hay mercado para dicho bien.

1.7 TEORIA DE LA VALORACIÓN ECONOMICA TOTAL

La aplicación del enfoque de la Valoración Económica Total, VET, permite valorar cada uno de los elementos y los efectos de sus interrelaciones y externalidades del ecosistema.

Azqueta, D (1994), supone que para las personas afectadas el bien ambiental tiene un valor. Sin embargo, cómo conceptuar el valor. La primera distinción esta entre clasificar los valores de uso y los de no-uso: valor de opción y valor de existencia.

$$\text{VALOR DE NO-USO} = \text{VALOR DE OPCIÓN} + \text{VALOR DE EXISTENCIA}$$

$$\text{VALOR ECONOMICO TOTAL} = \text{VALOR DE USO} + \text{VALOR DE NO-USO}$$

1.7.1. VALOR DE USO

El valor de uso directo es el que deriva de la utilización de los recursos naturales, así como los productos de su transformación mecánica, física o química y los servicios que utiliza el hombre para su provecho.

La valoración consiste en analizar la conducta de la persona con respecto a algún bien privado, que tiene mercado, y que guarda relación con el disfrute del bien ambiental. Es decir, que con el consumo del bien privado la persona puede revelar su relación con el bien ambiental.

1.7.2. VALOR DE NO-USO

El valor de no-uso se refiere a los beneficios que derivan de las funciones ambientales de los ecosistemas naturales. Estos servicios ambientales son importantes porque garantizan la calidad de vida y supervivencia del hombre y de los demás seres pero carecen de mercado que les permita definir sus valores. El valor de no-uso se clasifica en valor de opción y valor de existencia.

1.7.2.1. VALOR DE OPCION Y VALOR POTENCIAL

Teóricamente por cada tipo de recurso y por el ecosistema en conjunto pueden existir tantos valores de opción como expectativas subsistan del futuro para beneficio de las generaciones posteriores y también para un posible beneficio propio en el futuro.

Postigo, W. (1995).

Por su parte, **Azqueta, D. (1994)**, clasifica el valor de opción en valor de opción propiamente dicho, derivado de la incertidumbre individual, si es que el bien ambiental estará o no disponible en el futuro; y además el valor de cuasi – opción, en el sentido de que el agente decide sin saber la totalidad de los costes y beneficios de las acciones emprendidas.

1.7.2.2 VALOR DE EXISTENCIA

El Valor de existencia representa la medida en que la sociedad está dispuesta a pagar a fin de conservar los recursos naturales independientemente de su utilización o no para la producción o consumo. Para **Johansson, (1990)**, los motivos de este valor de existencia son: el de herencia o legado para las generaciones futuras, el altruismo de valorar el bien en consideración al bienestar de los otros, la simpatía hacia con las personas afectadas por el deterioro ambiental, y la creencia en la existencia de otras formas de vida, tanto en animales y plantas.

1.7.3. SELECCION Y APLICACION DE TECNICAS DE VALORACION

Las técnicas de valoración tienen como finalidad medir la voluntad de la sociedad a pagar por los beneficios provenientes de los usos directo e indirecto, así como los valores de opción, potencial y de existencia de los recursos naturales.

Azqueta, O (1994), afirma que entre las técnicas que se recomiendan están los siguientes métodos: de precios hedónicos, costo de viaje, valoración contingente y de costos evitados.

Según **Cropper, Maureen (1999)**, los métodos de valoración de los beneficios ambientales ³¹ resultantes del control ambiental por contaminación atmosférica permiten analizar cómo serán evaluados los beneficios de esas inversiones y, cómo se deberán asignar los recursos escasos para realizar la evaluación. Los beneficios se obtendrían en la reducción de enfermedades y muertes, la mejora del rendimiento agrícola y pesquero, en beneficios estéticos, beneficios ecológicos y beneficios de uso pasivo. Para la autora, la valoración de los beneficios de salud del control de la contaminación se realiza mediante tres métodos:

- El enfoque de los costos de la enfermedad
- Métodos para la disposición a pagar por la reducción de riesgo de muerte
- Mediciones de disposición a pagar para cambios en la morbilidad.

El trabajo de investigación, estimará los beneficios según el método de los costos evitados. Es decir, el estudio estimará los beneficios económicos asociados con las mejoras en la salud a través de la valoración en términos monetarios de los costos evitados por la morbilidad de enfermedades respiratorias que se lograrían por los menores niveles de contaminación. Esta cuantificación en los beneficios implica valorar el costo por consultas médicas, el costo por hospitalización y el costo por la productividad perdida del trabajador.

³¹ Más información, ver: Cropper, Maureen "Nuevos Enfoques en la Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental" en : **Varas Castellón, Juan I.** "Economía del Medio Ambiente, en América Latina". Segunda Edición. Alfa Omega Grupo Editor. México, D.F., 1999. Págs. 129-141

1.7.3.1. EL METODO DE LOS COSTOS EVITADOS

El método de los costos evitados señala que los bienes ambientales no tienen mercado pero si se relacionan con otros bienes privados que si tienen precio en el mercado. Así, es posible conocer cómo el cambio en la calidad de un bien público, como el aire, afecta al rendimiento de los factores de producción del bien privado como la productividad de la mano de obra.

1.7.3.1.A. FUNCIONES DOSIS-RESPUESTA

Para el presente estudio, el enfoque de la función dosis-respuesta necesita datos que relacionen la respuesta fisiológica de seres humanos a la exposición de distintos niveles de contaminación. Por ejemplo, cuando la contaminación aumenta la probabilidad de enfermedades en el ser humano. En este caso, se trata de valorar el incremento del riesgo de enfermedad, lo que conduce al cálculo de valores estadísticos de la vida humana basados en las probabilidades.

Entonces, la información permite analizar cómo se ve afectado un determinado receptor como la salud humana por la calidad del medio ambiente. Esta función es aplicable al presente proyecto de investigación de reducción de la contaminación atmosférica, en el caso de que las autoridades ambientales impongan normativas, para disminuir, por ejemplo, la contaminación de plomo en la atmósfera.

Conocida las funciones dosis-respuesta y medidos los niveles de contaminación atmosférica, se recoge el impacto que tiene la medida propuesta sobre las actividades productivas afectadas.

El método presenta limitaciones en cuanto a la subestimación de los beneficios de los impactos positivos o sobreestimación los costos de los impactos negativos. Además, lo normal es que no existan medidas defensivas perfectas porque producen cambios múltiples en el bienestar al combinar efectos positivos y negativos que dificultan la utilización para medir el impacto al cambio analizado.

1.8. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Este ítem describe y clasifica las instituciones, en el Perú, según el marco legal e institucional para definir la política, ordenamiento y gestión ambiental, a nivel ministerial. Además, se presenta como se financian los planes, proyectos, programas y actividades relacionados a la protección del ambiente.

1.8.1. MARCO LEGAL

La legislación ambiental en el Perú se basa en:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993), al establecer como derecho fundamental de la persona: " ... *gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida*" (**art.2,inciso 22**)

Así también, establece que **"El Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales"** (**art.67**)

Lo establecido en la Constitución se refuerza con el **DL 613, CODIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES**³², el cual establece que: **"es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad. (art.1, Título Preliminar)**. Esta ley es fundamental en el manejo ambiental, establece la evaluación de impacto ambiental como herramienta de políticas y delega la responsabilidad de la gestión ambiental a los ministerios sectoriales.

La **LEY 26821**³³, **LEY ORGANICA PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES**, establece que: **"es responsabilidad del Estado promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación"**. Esta ley permite a las instituciones

³² aprobado el 8 de septiembre de 1990

³³ Aprobada en 1997

públicas cobrar al sector privado por el uso de los recursos naturales. Además, esta Ley decreta que cada actividad sectorial debe pagar al Estado una "retribución económica" para la explotación de los recursos naturales mediante el Principio de que "el usuario del recurso paga".

El **D.S. 044-98-PCM**, aprueba el Programa Anual 1999 para Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Aire" - **GESTA AIRE**, con la participación de instituciones del sector público y privado bajo la coordinación del Consejo Nacional del Ambiente, **CONAM**.

Posteriormente, se aprueba el **DS 074-2001-PCM**, "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire"³⁴, definidos como los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que no excedan para evitar riesgos a la salud humana. Este Reglamento ***"es un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible"***.

Las políticas e inversiones públicas y privadas que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire además tomarán en consideración que la protección de la calidad del aire es tarea de todos, y que las medidas del mejoramiento de la calidad del aire incluya aspectos de salud, socioeconómicos y ambientales.

El DS 074-2001-PCM, considera los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire en microgramos por metro cúbico que para el caso de PM₁₀, establece 50 µg/m³/anual y 150 µg/m³/24 horas/no exceder de 3 veces al año. En cuanto al plomo, considera el valor 1.5 µg/m³/mensual/ no exceder de 4 veces al año.

La **LEY 26410, LEY DE CREACION DEL CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE - CONAM**³⁵, es la autoridad ambiental encargada de la política ambiental nacional. El

³⁴ Aprobado el 21 de junio del 2001.

³⁵ Establecido el 22 de diciembre de 1994, como un organismo autónomo dentro de la Presidencia del Consejo de Ministros, PCM.

CONAM tiene como funciones proponer, manejar y evaluar las políticas ambientales del país. Así también, coordinar a nivel intersectorial para la formulación de políticas, normas y estándares ambientales, y de la promoción del desarrollo sostenible

1.8.1.A. NORMAS AMBIENTALES A NIVEL LOCAL – CIUDAD DE PIURA

Tanto en la ciudad de Piura como en otros departamentos existen leyes orientadas a normar la preservación y conservación ambiental mediante el control de la contaminación del aire, agua y suelos.

La **Ley 23853, LEY ORGANICA DE LAS MUNICIPALIDADES**, ordena la ejecución del servicio de limpieza pública y de ubicar las áreas correspondientes para la acumulación de basura.

1.8.2 MARCO INSTITUCIONAL

El organismo principal responsable de la gestión ambiental y sus efectos en la salud humana en el Perú es el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA..

A. MINISTERIO DE SALUD - DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA)

El Reglamento, **DS-002-92**, establece la Dirección General de Salud Ambiental, **DIGESA**. Esta dirección es un órgano técnico - normativo de nivel nacional, encargado de normar, supervisar, controlar, evaluar y concertar con las instituciones componentes del Sistema Nacional de Salud. Opera laboratorios de análisis a nivel nacional, establece y pone en vigor normas de seguridad para la salud humana.

DIGESA tiene como objetivos fundamentales:

- Proponer a la alta dirección la política nacional en relación a la protección del ambiente de sustancias químicas, radiaciones y otras formas de energía que puedan presentar riesgo potencial o causar daño a la salud de la población.

- Formular, regular, supervisar y difundir normas sobre protección del ambiente, saneamiento básico, higiene alimentaria y control de zoonosis.
- Normar y difundir la investigación de tecnologías para la protección de la salud ambiental y ocupacional.
- Dirigir, concertar, supervisar y controlar acciones de salud ambiental y ocupacional promoviendo su participación en los problemas de salud ambiental y en la formulación del Plan Sectorial de Acción contra Desastres y Emergencias, en relación a la salud y al medio ambiente.

B. MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO, INTEGRACIÓN Y NEGOCIACIONES AMBIENTALES INTERNACIONALES (MITINCI)

El MITINCI, a través de la Subdirección de Vigilancia e Inspección Ambiental propone las normas para el funcionamiento del desarrollo industrial, artesanal y de turismo; verifica el cumplimiento de las normas ambientales. Además, promueve la reconversión industrial progresiva para la protección de la capa de ozono.

Es responsable de la declaración de impacto, revisión de los EIA y PAMA para proyectos de desarrollo industrial, así como de responder las denuncias de la ciudadanía y consultas de industria para la conservación del medio ambiente.

C. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA - COMISIÓN NACIONAL AMBIENTAL (CONAM)

El Consejo Nacional del Medio Ambiente –CONAM , es un organismo descentralizado, con personería jurídica de derecho público interno y con autonomía funcional, financiera, administrativa y técnica, que depende del Presidente del Consejo de Ministros; con el propósito de velar por el manejo de la política ambiental.

Según el Reporte Ejecutivo de Metas³⁶, el CONAM desarrolla con una doble función. Primero, informar en forma ejecutiva al país del cumplimiento de los compromisos.

Segundo, servir de ejemplo como un nuevo modelo de gestión en el sector público, el cual ha distinguido al CONAM hasta la actualidad.

El CONAM financia los planes, programas, proyectos y actividades relacionados a la protección del ambiente y de los recursos naturales mediante la asignación del Gobierno Central en el Presupuesto General de la República y de la asistencia financiera del sector privado nacional. Así también, la gestión ambiental genera fondos mediante el cobro a los usuarios de recursos y los derechos de otorgamiento de licencias que se utilizan para el financiamiento, generalmente, de las dependencias a nivel local.

Además, recibe la cooperación de fuentes multilaterales, como las provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, de la Unión Europea, del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, PNUD, del Banco Mundial. La cooperación internacional a nivel de fuentes bilaterales, para el manejo de los recursos ambientales y naturales en el Perú proviene de los gobiernos del Canadá, a través del Fondo Contravalor Perú - Canadá; de Alemania, GTZ; Japón, Holanda, Finlandia y Suiza.

Entre las metas alcanzadas, el CONAM ha formado el Comité Técnico Multisectorial -CTM, la Comisión Dictaminadora para la solución de conflictos intersectoriales, y de los Consejos Ambientales Regionales -CAR, creados en las principales capitales de departamento.

D. EL CONSEJO AMBIENTAL REGIONAL (CAR - PIURA)

El CAR está conformado por el gobierno local, ONG's, y representantes de los sectores económicos y académicos. El CAR - PIURA tiene como propósito :

- Coordinar con el CONAM para la promoción del desarrollo sostenible a nivel regional.
- Proponer y ejecutar el Plan de Acción Ambiental Regional, que será aprobado por el Consejo Directivo de CONAM.

³⁶ El reporte de metas asumidas es una práctica del sector privado, pero no en el sector público, el CONAM contribuye así a una propuesta de responsabilidad asumida ante el país.

- Promover el saneamiento ambiental en el ámbito regional.
- Elaborar propuestas para el funcionamiento, aplicación y evaluación de los instrumentos de gestión ambiental y la ejecución de políticas ambientales.

El CAR - Piura, para el logro de los objetivos, según el Plan de Acción Ambiental Regional, y la Agenda Ambiental Regional, cuenta con la participación de diversas instituciones públicas y privadas en el ámbito regional.

E. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PIURA - DIRECCIÓN DE POBLACIÓN SALUD Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

La Municipalidad Provincial de Piura, como órgano de gobierno local, tiene personería jurídica de derecho público con autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia, conforme a ley. Para el logro de su finalidad - objetivo cuenta con el apoyo de sus órganos de la alta dirección, control, asesoría, apoyo y línea.

Entre sus organismos de apoyo, la Dirección General de Servicios Sociales, dividida en tres subdirecciones, la Dirección de Población, Salud y Saneamiento Ambiental, es la encargada de velar por la política ambiental, preservación y conservación del Medio Ambiente, en el ámbito municipal.

La Dirección de Población, Salud y Saneamiento Ambiental, tiene como funciones:

- Promover, dirigir y supervisar campañas de saneamiento rural, sanidad animal y control de epidemias.
- Organizar, dirigir y supervisar el servicio de limpieza pública y relleno sanitario, así como promover el aprovechamiento industrial de los desechos sólidos.

Esta dirección, para el logro de sus funciones y responsabilidades de los objetivos ambientales, cuenta con el apoyo de las siguientes divisiones:

- División de Salud e Higiene.

- División de Limpieza Pública y Relleno Sanitario.

La contaminación del aire afecta a la salud humana y contribuye a una mayor degradación de la calidad ambiental. La política ambiental requiere de recursos humanos y financieros para ejercer el control de las disposiciones y normatividad legal vigente. Las autoridades gubernamentales han aplicado generalmente una política de "comando y control" mediante la cual se fijan estándares ambientales, el no cumplimiento se penalizan con multas. Esta política ha sido criticada por el hecho de que es ineficiente en lograr los objetivos ambientales a menor costo. Alternativamente, se sugiere políticas ambientales basadas en incentivo de mercado.

CAPITULO II

LA PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LA RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

3.1. PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA³⁷

Las prioridades de la región en materia ambiental han estado centradas en tres grupos básicos de acción: gestión de recursos naturales, medio ambiente urbano e industrial y competitividad.

En cuanto a la problemática ambiental en los bosques, biodiversidad, recursos hídricos y suelos, es prioritaria en materia de gestión ambiental de recursos naturales. Pese a la riqueza biológica de la región, muchas especies se encuentran amenazadas, debido a la destrucción de los bosques naturales, la contaminación doméstica e industrial y la carencia de información sobre los recursos disponibles.

La falta de una definición apropiada de los derechos de propiedad y de explotación, así como la ausencia de elementos que permitan una valoración adecuada de los recursos, fomentan prácticas inapropiadas que afectan los recursos.

En relación con el medio ambiente urbano e industrial, la problemática relacionada con agua y saneamiento, **calidad del aire**, y recolección y disposición de residuos. La complejidad en los marcos legales e institucionales, la administración centralizada, el poco desarrollo institucional y la valoración inadecuada de los servicios públicos, limitan la recuperación de los costos y de su calidad. **La ausencia de información y los bajos niveles de educación y participación ciudadana** contribuyen a reducir asimismo, la capacidades de gestión de las autoridades ambientales responsables.

En términos de la **contaminación atmosférica**, las repercusiones no sólo se manifiestan en los efectos sobre la salud pública, insuficiencias cardíacas y respiratorias, enfermedades respiratorias, sino también en fenómenos globales como el efecto

³⁷ Banco Interamericano de Desarrollo, Red de Medio Ambiente. Primera Reunión: Hacia una Gestión Ambiental Eficaz. Subregión Andina. Documento de Trabajo. Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. Washington, D.C., 2002

invernadero, la presencia de lluvia ácida y los daños a la infraestructura urbana. La debilidad institucional en materia de control y vigilancia, y la ausencia de esquemas adecuados que permitan hacer cumplir las leyes, reducen la efectividad de la legislación existente para el control de la contaminación atmosférica. Las iniciativas públicas han encontrado en algunos casos, fuerte oposición de parte de los transportistas y propietarios del parque automotor.

En materia de residuos, el manejo en los centros urbanos se ha realizado solo en función de la prestación del servicio de aseo, partiendo de consideraciones sanitarias, sin prestar atención a la disposición final. La problemática se caracteriza por bajos niveles de cobertura, la utilización de equipos inadecuados y tarifas desactualizadas que impiden un mejoramiento del mismo, trayendo **consecuencias, como la adopción de métodos de descarga al aire libre** o, a cuerpos de agua perdida. La gestión parcial de los residuos que no considera su impacto ambiental, tanto en la fase de recolección y transporte, ni tampoco en el proceso productivo de bienes y servicios.

En términos de competitividad, y debido a la globalización de los mercados, las exportaciones se han convertido en un factor de importancia primordial en la economía de los países de la región, que se enfrentan a condiciones cambiantes y a nuevas regulaciones con las que deben cumplir, para mantenerse en el mercado mundial. Estas regulaciones en exportaciones contribuyen a un manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos y a la introducción de nuevas oportunidades de inversión.

2.1.1. Logros en Materia de Gestión Ambiental

Los instrumentos regulatorios tradicionales continúan siendo la principal herramienta de gestión ambiental utilizada en los países. En materia legal, los esfuerzos están abocados a regular aspectos ambientales importantes donde hay una carencia de regulación y en la revisión de las normas existentes. Los países han elaborado y aprobado durante los últimos cinco años leyes y normas relativas al desarrollo forestal sustentable, protección y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, gestión integral de aguas y calidad ambiental, entre otros. El desarrollo de estándares de calidad ambiental y de emisión, y el establecimiento de nuevos sistemas de gestión, basados en instrumentos tales como el estudio de impacto ambiental, se constata en toda la región.

La tarea de las autoridades ambientales ha estado centrada en la concertación sectorial para el fortalecimiento de dichos instrumentos.

En términos de medio ambiente urbano e industrial, destacan los esfuerzos realizados en torno a la generación y el cumplimiento de la **nueva normatividad sobre calidad atmosférica**, la generación de planes de manejo integrado de residuos y el financiamiento de programas de descontaminación de aguas residuales municipales.

En el Perú, durante la primera fase del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Aire, se realizaron estudios de línea base en Lima y Callao, Arequipa, Trujillo, Cuzco³⁸, Iquitos, La Oroya, Ilo, Chimbote, Tarma, Huaraz y Cerro de Pasco. De igual manera, se establecieron cinco estaciones de monitoreo permanentes en Lima y Callao, dos en Arequipa y seis en Ilo, como parte del subprograma redes de monitoreo de calidad. Adicionalmente, en el Perú se estableció el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio, ente coordinador de organismos públicos y privados.

En Venezuela, la Dirección de la Calidad del Aire del Ministerio adelanta los programas de evaluación nacional de la calidad del aire, a través de la red nacional de evaluación de calidad del aire, control de la contaminación atmosférica ocasionada por fuentes fijas y móviles, y evaluación y supervisión nacional de laboratorios ambientales especializados en la evaluación de contaminantes atmosféricos. En Colombia, la implementación de programas de control de la contaminación atmosférica ha permitido el mejoramiento tecnológico del parque automotor nuevo, teniendo resultados de reducción de emisiones cercanas a 80% del valor promedio, aproximadamente 290,000 toneladas de emisiones. En el mismo sentido, se realizó el establecimiento de siete redes de monitoreo de la calidad del aire en las principales ciudades.

También en el Perú fueron suscritos convenios con algunas municipalidades para la ejecución del Programa de Gestión Integral y Sostenible de Residuos Urbanos y se establecieron grupos técnicos de trabajo para la gestión integral de residuos urbanos en la Región Piura. Igualmente, actividades relacionadas con reciclaje y manejo de residuos peligrosos fueron desarrolladas en toda la región.

³⁸ La municipalidad de Cuzco prohibió la circulación de vehículos que superen el límite permisible establecido. Gracias a esa medida, el número de vehículos que solicita servicio de adecuación pasó de 16 a 44 vehículos diarios.

2.1.2. MECANISMOS REGULATORIOS

La introducción de licencias y otros permisos ambientales y con ellos, de los estudios de impacto ambiental – EIA, ha dado a la gestión una nueva herramienta para el control de los posibles impactos generados por los proyectos. El Perú ha adelantado actividades para el diseño de guías para la elaboración de EIA, y a la fecha ha concertado y publicado los términos de referencia para el sector de la construcción vial. Los sectores de minería, transporte, comunicaciones, vivienda y construcción peruanos implementaron registros de empresas calificadas para realizar los EIA. Paralelamente a la implementación de los sistemas de EIA, se han desarrollado herramientas para controlar las actividades establecidas antes de la introducción de los EIA. La declaratoria de adecuación ambiental en Bolivia y los programas de adecuación y manejo ambiental-PAMAs³⁹ en el Perú, permiten a las autoridades ambientales establecer plazos y medidas de adecuación ambiental, para que las empresas cumplan con las normas establecidas.

2.1.3. DESAFÍOS EN EL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Persisten problemas de falta de recursos financieros y humanos, y de integración entre las distintas entidades que los conforman. La cobertura de las estaciones de vigilancia física de suelos, bosques, y recursos biológicos es todavía insuficiente. Es necesario el fortalecimiento de los sistemas nacionales de información, en términos de capacidad técnica y dotación de equipos de diagnóstico, recolección y procesamiento.

La introducción de instrumentos económicos y de mercado, como los incentivos fiscales para inversiones ambientales y reducción de la contaminación, sistemas de tarifas de servicios públicos, que reflejen el verdadero costo de los recursos, es parte de la agenda pendiente.

En cuanto al Medio ambiente Urbano e Industrial, a mediano y largo plazo se realizarán esfuerzos para la consecución de fuentes de financiamiento, que contribuyan al fortalecimiento de ciudades intermedias y a la puesta en marcha de medidas que

³⁹ Programas de acciones, políticas e inversiones destinados a la implementación de tecnologías, cambios en los procesos de producción, operación y uso de insumos, con el objeto de reducir la cantidad de contaminantes.

desincentiven la migración hacia las grandes ciudades, tales como mayor y mejor acceso a servicios básicos, salud, educación y empleo.

En términos de **calidad atmosférica**, se propenderá por el mejoramiento de la calidad de los combustibles y de la tecnología, y el fomento a la instalación de sistemas de tratamiento para gases efluentes y al desarrollo de actividades de prevención. Se trabajará, asimismo, en el diseño e implementación de incentivos para el cambio del parque automotor y en la modificación de sistemas tributarios obsoletos, que incentivan la utilización de estos vehículos, subsidian los combustibles y el mantenimiento de la infraestructura vial.

En lo relativo a transporte público, uno de los principales retos será poner en marcha políticas que promuevan la racionalización de las rutas ya existentes, y las inversiones en infraestructura necesaria para un servicio de transporte más fluido, priorizando medidas que favorezcan el transporte público. Se tratará de corregir los problemas de gobernabilidad, mediante la utilización de instrumentos que incentiven la participación del sector privado en los programas gubernamentales.

En el plano internacional, el principal reto será la promulgación e implementación de una **norma de control de la contaminación atmosférica transfronteriza**⁴⁰, con el fin de controlar las emisiones atmosféricas del parque automotor y mejorar la calidad ambiental. Esta norma buscará a largo plazo, la armonización de los límites máximos permisibles de emisión para las fuentes móviles.

⁴⁰ Actualmente se elabora entre los gobiernos de Colombia, Venezuela y Ecuador.

2.1.4. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON EL AIRE

El cambio climático es uno de los temas prioritarios, en el cual todos los países de la región dedicarán esfuerzos particulares, en los próximos años. Si bien estos países no son considerados como grandes emisores de gases efecto invernadero, ni tienen compromisos de reducción de emisiones, la importancia global del problema exige adoptar medidas preventivas, de acuerdo con lo establecido en la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas.

En este sentido, **se impulsará el desarrollo de políticas y regulaciones tendientes a mitigar las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera** y a mejorar la eficiencia en la utilización de energéticos. En la actualidad, se están estableciendo estrategias nacionales en toda la región que buscan la consolidación de los inventarios de gases efecto invernadero, la identificación de actividades para su reducción, la identificación de zonas vulnerables y, de medidas de adaptación y el fortalecimiento de la investigación en torno al fenómeno.

De especial relevancia, será el desarrollo e implementación de las estrategias para la maximización de los beneficios del Mecanismo de Desarrollo Limpio, establecido en el Protocolo de Kyoto. Este mecanismo constituye una ventana de oportunidades para la región, ya que posibilita el desarrollo de proyectos con tecnologías limpias, que favorecen la reducción de emisiones, y se constituye en una fuente de recursos financieros adicional, gracias a la venta de las reducciones de emisiones de estos proyectos a aquellos países que tienen compromisos en este sentido.

La eliminación del consumo de clorofluorocarbonados será uno de los principales desafíos para los próximos años. Para ello, se realizarán actividades para suministrar materias primas que no agoten el ozono y fomentar la reconversión industrial. La consecución de recursos para inversión en equipos de recuperación de gases, inyección de poliuretano y sistemas de monitoreo será de gran importancia.

Tanto en el marco del cambio climático, como en el de protección de la capa de ozono, se deberán realizar actividades de fortalecimiento institucional, a través de programas y talleres conjuntos de capacitación, investigación y divulgación. Con el mismo

propósito, se deberá propender por el diseño e implementación de indicadores ambientales, para el seguimiento y evaluación del desempeño ambiental de algunos sectores, cuyas acciones tengan efecto sobre la atmósfera.

2.2. LA CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Existe la impresión generalizada de que la contaminación atmosférica en Santiago ha alcanzado niveles intolerables, los cuales se han manifestado en un incremento de las afecciones respiratorias de la población residente en la Región Metropolitana, Santiago y zonas aledañas, y una disminución drástica de la visibilidad en la ciudad en los meses de invierno, de mayo a agosto.

Sánchez, J; Valdés, S y Ostro, B (1999), consideran que dentro de los grupos más afectados por la contaminación atmosférica se encuentran los niños, ancianos y enfermos respiratorios crónicos. En efecto, entre 1993 – 1996, el número de atenciones infantiles por causas respiratorias en servicios de urgencia durante el periodo invernal ha pasado de 127,500 atenciones a aproximadamente 132,000. Una parte importante de este aumento ha sido atribuido a la contaminación atmosférica que afecta la Región Metropolitana, que sobrepasa las establecidas normas primarias de calidad durante un número considerable de días al año.

Los autores argumentan que los elementos contaminantes considerados de preocupación por el gobierno, debido a sus potenciales efectos en la salud, son partículas respirables suspendidas, PRS, su componente de tamaño menor a 10 micrómetros, PM10, monóxido de carbono, CO; y ozono, O₃, considerándose también de preocupación los dióxidos de nitrógeno, NO₂ y de azufre, SO₂, por su papel en la formación de ácidos respirables, mediante el material de partículas nocivas para la salud.

Respecto a las causas de la contaminación, el cuadro 2.1, muestra el inventario de emisiones para el año 1997.

CUADRO 2.1
CAUSAS DE CONTAMINACION ATMOSFERICA EN SANTIAGO
(en porcentaje)

Actividad	PM10	CO	NO ₂	SO ₂
Transporte	6.5	92.3	70.6	14.9
Industria, comercio y Construcción	7.6	1.8	25.0	80.5
Agricultura	3.7	3.9	0.8	0.0
Domésticas	3.3	2.1	3.6	4.6
Polvo suspendido	77.9	0.0	0.0	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana.

Como se puede apreciar en el cuadro 2.1, la participación de las fuentes móviles en la emisión de elementos contaminantes es considerable para todos los contaminantes excepto el SO₂, cuya fuente principal son las actividades industriales, de comercio y construcción, y el PM10 cuya fuente principal es el polvo suspendido.

Las razones de la evolución negativa de estos contaminantes se explican por la carencia de una legislación adecuada, en 1994, se dictó la Ley 19300, Ley de Bases del Medio Ambiente, además del crecimiento de la economía chilena en la pasada década, y del parque automotriz, contribuyeron a los problemas observados actualmente.

Para enfrentar este problema las autoridades ambientales han formulado un Plan de Descontaminación (PD) para la Región Metropolitana. Según el Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana: CONAMA, 1997. La puesta en marcha del plan pretende disminuir a la mitad las emisiones de partículas respirables, PM10 y monóxido de carbono, CO.

Los beneficios del plan se centran en la disminución del riesgo de muerte prematura y de la morbilidad por efecto de enfermedades respiratorias, mejorías en la visibilidad

urbana, reducción de los daños de la contaminación a construcciones, flora y fauna, disminución de la congestión vehicular, expansión de las áreas verdes, y mejoras en la visibilidad y estética de la ciudad.

La estimación de los beneficios en la salud del Plan de Descontaminación basado en los costos en salud evitados por el plan se comparan los efectos en la salud que se producirían en ausencia de un plan, la situación sin plan, con los que se producirían en presencia del plan, situación con plan. Los efectos en cada situación se estiman por medio del enfoque de función de daños y luego son valorados mediante el enfoque de capital humano. El Diferencial constituiría los beneficios derivados del Plan de Descontaminación.

Los beneficios en la salud dependen de los efectos adversos que los contaminantes producen en las personas, de la magnitud del cambio en el efecto en la salud producto de una modificación en la contaminación. Del tamaño de la población expuesta a las concentraciones de contaminantes y de la valoración monetaria de los efectos físicos. Como el Plan es para una zona urbana como Santiago, es probable que sus principales beneficios sean los relacionados con la salud de las personas que están expuestas a los contaminantes atmosféricos que exceden las normas.

2.2.1. METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS EN LA SALUD⁴¹

Freman, M (1993), afirma que en condiciones óptimas de información, la valoración de estos efectos debería basarse en un conjunto de tres relaciones funcionales. La primera relaciona la calidad ambiental con las intervenciones humanas que la afectan:

$$\begin{array}{ll} q = q(s) & : \text{ecuación 1, Alternativamente,} \\ q = q[s, R(s)], & : \text{ecuación 1}^1, \text{en donde:} \end{array}$$

⁴¹ **EPA (1996a, 1996b)**, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), ha utilizado esta metodología para determinar nuevas normas federales para material en partículas y, estimar los beneficios en la salud según el Acta de Aire Limpio, desde 1970 y luego promulgada en 1990

q = representa alguna medida de la calidad ambiental, por ejemplo las concentraciones ambientales de algún contaminante: PM10, SO2, O3, y

s = es un vector de políticas ambientales que afectan q, como por ejemplo restricciones a las emisiones o restricciones a la circulación vehicular.

Puede ser conveniente especificar una función que considere la respuesta de los agentes, que contaminan, a las políticas ambientales, como el grado de cumplimiento de las restricciones, y que también tendrían efectos en la calidad ambiental resultante, R(s).

La segunda relación funcional se refiere a los usos que las personas hacen del recurso a tratar. Por ejemplo, el caso específico de los efectos de la calidad del aire en algún índice del estado de salud individual.

$$X = X [q, Y (q)] \quad : \text{ecuación 2}$$

X = denota un índice de salud,

Y (q) = es una función que representa alguna acción defensiva por parte del individuo con respecto a la calidad del aire en orden a cuidar su salud.

La tercera relación presentaría el valor del estado de salud de los individuos. Por medio de esta función se traducirían los efectos físicos en la salud en valores monetarios.

$$V = V(X) \quad : \text{ecuación 3}$$

Sustituyendo estas tres relaciones funcionales, entonces:

$$V = f \{s, R(s), Y[s, R(s)]\} \quad : \text{ecuación 4}$$

Esta nueva función relaciona las políticas ambientales con el valor asociado a dicha política en términos del estado de salud de las personas. Para estimar los efectos en bienestar de un cambio en las políticas ambientales, como el propuesto por el Plan de Descontaminación, bastaría con evaluar esta última función en las situaciones con y sin proyecto y restar, lo que aportaría una estimación de los beneficios en la salud de las políticas propuestas dada por los beneficios, en la siguiente expresión:

$$\text{Beneficios} = \Delta V = f \{s^1, R(s^1), Y[s^1, R(s^1)]\} - f\{s^0, R(s^0), Y[s^0, R(s^0)]\} : \text{ecuac. 5}$$

índice¹ = denota la situación con proyecto, es decir los resultados de las políticas ambientales contenidas en el vector s^1 , y

índice⁰ = denota la situación sin proyecto con la que predominan políticas s^0 .

El modelo de valoración descrito está expuesto a limitaciones de carácter legal, por lo que con frecuencia es necesario adaptarlo a la realidad técnica y legislativa en la cual está inmersa la política por evaluar. En este estudio en particular se debió optar por una versión reducida del modelo. Esta opción metodológica corresponde a la utilización del método de función de daño o función dosis-respuesta para estimar las modificaciones en los efectos en la salud del cambio en la contaminación atmosférica propuesto por el Plan de Descontaminación, para luego proceder a su valoración de manera independiente. Es decir, el modelo expuesto desde la ecuación uno a la cinco, se reduce a tres etapas.

Etapla 1: Se deben estimar los efectos de cambios en las emisiones que resulten del proyecto en la calidad del aire medida en términos de concentraciones de contaminantes en la atmósfera. En otras palabras, se procede a la estimación del cambio en la ecuación 1, al evaluarla en las situaciones con y sin proyecto.

$$\Delta q = q(s^1) - q(s^0) : \text{ecuación 1}^a$$

Δq = representa la disminución en las concentraciones de los contaminantes de interés, PM10, O3

s^1 y s^0 = son los vectores que corresponden al conjunto de políticas ambientales propuestas en el Plan de Descontaminación, s^1 , y las vigentes en la situación original, s^0 .

El efecto en las concentraciones, Δq , la función $q = q[s, R(s)]$, corresponde por lo general a un modelo de dispersión de contaminantes que predice el comportamiento que

tendrán las emisiones fruto de los efectos de las políticas incluidas en s en las distintas fuentes⁴².

Etapla 2: Se estiman los efectos que estos cambios, reducciones en las concentraciones de contaminantes tienen en la salud de las personas. Es decir, se procede a la estimación del efecto con una versión simplificada de la ecuación 2, al evaluarla en el cambio en las concentraciones Δq producido por el Plan de Descontaminación.

$$\Delta X = X [\Delta q] \quad \text{:ecuación 2ª}$$

ΔX = denota la disminución en el número de casos de mortalidad y/o morbilidad causado por la disminución en las concentraciones. Este efecto está en función de cómo la menor contaminación se traduce en una mejoría de la salud pública, la función $X = X [q, Y (q)]$. Los cambios en los efectos en la salud se cuantifican utilizando funciones dosis-respuesta para un conjunto de efectos en la salud y niveles de contaminantes.

Freeman, M (1993), critica de esta etapa la exclusión de la subfunción $Y(q)$ en la ecuación 2ª que resume las reacciones de los agentes al cambio en la calidad ambiental por no contabilizar las acciones defensivas que las personas realizan para protegerse de los efectos de la contaminación ; sin embargo, su utilización se justifica cuando no se cuenta con información más detallada acerca de dichas reacciones.

Etapla 3: En esta última etapa se procede a valorar en términos monetarios los efectos físicos encontrados en la etapa 2 y agregar los valores monetarios por medio de los distintos efectos, los individuos expuestos y el tiempo, dado que los beneficios se producen a lo largo del tiempo, es decir, se estima el valor asociado a los casos de mortalidad y morbilidad evitados por el Plan de Descontaminación (ΔX).

$\Delta V = V(\Delta X)$ = representa los beneficios del Plan de Descontaminación en términos de salud pública.

⁴² Supone en este caso que las concentraciones disminuyen en forma lineal, desde su nivel actual, en 1995 hasta alcanzar la norma de calidad en un plazo de 15 años.

Esta valorización se realiza con la asignación de valores monetarios a la disminución en la mortalidad y morbilidad causada por la menor contaminación. Hay tres enfoques principales para asociar valores monetarios a la mortalidad: el enfoque de valoración contingente, el enfoque de diferenciales salariales y el enfoque de capital humano. Asimismo, para valorar los efectos asociados a la morbilidad, generalmente se utilizan otros tres enfoques: costos directos asociados con la enfermedad, gastos preventivos, y la valoración contingente.

Así también, el **Banco Mundial (1993)**, ha utilizado esta metodología para evaluar los efectos en la salud de la contaminación atmosférica en Yakarta, y para estimar los beneficios en la salud de un Programa de Control de Contaminación Atmosférica en la ciudad de Santiago. **Eskeland, G (1994)**.

La **Comunidad Europea (1995)**, ha publicado los resultados del Proyecto Externe en el que se evaluaron monetariamente las repercusiones ambientales asociadas con los ciclos de la energía. En el trabajo, se utiliza la misma metodología para evaluar los efectos en la salud poblacional, y ocupacional, en los ecosistemas terrestres, la agricultura, los bosques, las pesquerías, los materiales y la belleza panorámica.

2.2.2. FUNCIONES DOSIS-RESPUESTA

"La epidemiología que se ocupa de estudiar los efectos en la salud de la contaminación atmosférica es un campo de mucha investigación científica en todo el mundo; sin embargo en Chile esta investigación apenas comienza. En consecuencia, los resultados logrados en este estudio serán afectados en el futuro en la medida que se realicen investigaciones específicas respecto a la situación chilena". Esto es importante de tener en cuenta porque al seleccionar funciones dosis-respuesta para una aplicación empírica se utiliza la mejor información disponible en el momento de cuestiones que son objeto de investigación activa y también de legítimo debate científico.

2.2.2.1. Aplicación y supuestos

La aplicación de las funciones dosis-respuesta para estimar los efectos en la salud puede ser descrita de la siguiente manera: la repercusión del efecto en la salud que se desea analizar, mortalidad u hospitalización; está dado por:

$$dH_i = b \cdot POP_i \cdot dA$$

dH_i = es el cambio en el riesgo de la población del efecto en la salud i;

b = es la pendiente de la función de dosis respuesta;

POP_i = es la población en riesgo de ser afectada por el efecto i, y

dA = es el cambio en la contaminación atmosférica en consideración.

Las funciones dosis-respuesta provienen en su mayoría de estudios epidemiológicos en series de tiempo, o de corte transversal, para estimar los efectos en la salud que pueden ser atribuidos a la contaminación atmosférica una vez que se ha controlado apropiadamente por otras variables que también afectan la probabilidad de sufrir los efectos en la salud, como hábitos alimenticios, temperatura, tiempo gastado al aire libre, oferta de servicios médicos, tabaquismo, etc. El control por este tipo de variable, denominadas variables confundentes, es fundamental para aislar en la estimación estadística el efecto atribuible a la contaminación.

Los estudios de serie de tiempo correlacionan el cambio en las tasas de mortalidad y morbilidad en un área determinada a lo largo del tiempo con los cambios de las variables ambientales. Los estudios de corte transversal comparan las tasas de mortalidad o morbilidad de áreas distintas en un instante, relacionándolas con la calidad ambiental de cada una de ellas.

El uso de análisis de serie de tiempo posee la ventaja de minimizar los problemas de variables confundentes que son importantes en los modelos de corte transversal en los cuales utilizan poblaciones distintas en un momento dado. Sin embargo, este análisis tiene la desventaja de ser incapaz de capturar los efectos crónicos y de largo plazo de la contaminación.

Las funciones dosis – respuesta se basan en los supuestos siguientes:

- i. La metodología utilizada es apropiada para estimar efectos agudos en la salud, pero no para estimar efectos crónicos. La evidencia científica disponible no permite, por el momento, considerarlos de manera cuantitativa. Si existen efectos crónicos en la salud producto de la exposición permanente y prolongada a los contaminantes atmosféricos de la población de Santiago, entonces los efectos en la salud cuantificados serán una subestimación de los verdaderos efectos.
- ii. Al usar esta metodología se supone que las funciones dosis-respuesta estimadas en otros medios y para otras poblaciones describen adecuadamente la relación entre contaminación y la salud de las personas en el área en que se realiza la evaluación del plan. Esto supone también que las condiciones de base en esa zona, como por ejemplo el estado general de salud de la población, acceso a la salud, hábitos alimenticios de la población, el tiempo que pasan al aire libre y la composición química de los contaminantes, son similares a las de los lugares donde se realizaron los estudios. Este es un supuesto bastante sólido y es la principal crítica a esta metodología. Debería evaluarse la conveniencia de trabajar con funciones dosis-respuesta estimadas, para el lugar y la población en la cual se desea realizar la evaluación económica. Sin embargo, al no contar con ellas, este es el único camino posible, el cual ha sido utilizado extensamente.
- iii. La metodología supone que la función se aplica en forma lineal cualquiera que sea el nivel de las concentraciones en que estamos evaluando la función dosis-respuesta, es decir, sin considerar los niveles base de contaminación.

2.2.2.2. CONTAMINANTES Y EFECTOS EN LA SALUD CONSIDERADOS

Los contaminantes y los efectos en salud que fueron considerados en este estudio para fines cuantitativos son los siguientes: PM10 y el ozono.

PM10, se espera que la mayor parte de los efectos en la salud provenga de la reducción de este contaminante. Los efectos considerados en este caso son: mortalidad,

admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias, admisiones hospitalarias por enfermedades cardiovasculares, visitas a sala de urgencias por enfermedades respiratorias, días de actividad restringida en adultos, enfermedades respiratorias bajas en niños, bronquitis crónica, síntomas respiratorios agudos y ataques de asma.

OZONO, es significativo y el PM10 no tiene cambios significativos, entonces no se está incurriendo en doble contabilización de los efectos en la mortalidad. Existe una correlación significativa negativa entre ambos contaminantes. La evidencia que vincula ozono con mortalidad es menos sólida que la del PM10. Según, el **EPA (1996b)**, no considera la mortalidad asociada al ozono, argumentando que el ozono tiene un efecto independiente del efecto de otros contaminantes, como el PM10 o CO, en la mortalidad no es concluyente.

2.2.2.3. VALORACION MONETARIA DE LOS EFECTOS EN LA SALUD

La valoración monetaria analiza la relación de la etapa 3 de la metodología con la etapa 2. Para estimar los costos asociados a la morbilidad por lo general se utilizan tres enfoques distintos: costos directos asociados con la enfermedad, gastos preventivos y la valoración contingente.

La valoración de los beneficios por disminución en la morbilidad utilizando el enfoque de los costos directos estimados consiste en obtener el costo directo de la enfermedad, que incluye los costos directos de tratamiento y los salarios perdidos, en el que este último es estimado como el valor de la productividad perdida durante el episodio de la enfermedad. Constituye una cota mínima de la verdadera disposición a pagar por reducciones en las enfermedades debido a que no considera otros costos, como el dolor o la inconveniencia.

El enfoque de los gastos preventivos se basa en la idea de que los individuos que viven en una zona contaminada toman medidas defensivas para reducir su riesgo por enfermedades. A partir de los gastos que ellos realizan por este concepto, es posible inferir cual es la mínima cantidad que están dispuestos a pagar para reducir el riesgo.

Este enfoque no es muy utilizado, pues es común que la gente no esté informada acerca de los riesgos de la contaminación, y por lo tanto no haga nada para evitarla.

En el presente proyecto de investigación se utilizó el enfoque de costos directos de la enfermedad considerando costos directos de tratamiento y productividad perdida⁴³.

El cálculo de los beneficios en salud esperados del Plan de Descontaminación de Santiago se realizó comparando los casos de morbilidad que sucederían de no existir un plan de descontaminación, que la contaminación por ozono y PM10 disminuiría a niveles de norma en un período de 15 años en forma lineal. La autoridad ambiental, **CONAMA**, plantea tres escenarios de evaluación, alto, medio y bajo, que no presentaron diferencias considerables en el número de casos de morbilidad que sucederían con y sin plan.

En el cuadro 2.2, se presenta el valor actual total de los beneficios en salud producto de las reducciones de PM10 en 15 años.

En el cuadro 2.3, se observa los resultados y los efectos en la salud estudiados; esto es, los casos evitados en un año cualquiera, de morbilidad, por reducción de PM10 como consecuencia del Plan de Descontaminación.

CUADRO 2.2
BENEFICIOS TOTALES EN SALUD, MORTALIDAD Y MORBILIDAD,
POR CONTAMINACION POR PM10 EVITADA CON EL PD EN 15 AÑOS

Efecto	Nivel	Total
		(dólares, valores chilenos)
Total	Alto	1 568 234 789
	Medio	829 437 723
	Bajo	553 843 005

Fuente: "Estimación de los Beneficios en Salud del PD de Santiago"

⁴³ Esta metodología, sin embargo, no está exenta de limitaciones. En primer lugar, se subestiman los costos, ya que no se computan todos los costos de la enfermedad. Además, no se toma en cuenta el hecho que las personas pueden tomar una serie de medidas defensivas.

CUADRO 2.3
MORBILIDAD POR CONTAMINACION POR PM10
EVITADA POR EL PLAN DE DESCONTAMINACION
15 AÑOS LINEALES EN UN AÑO SELECCIONADO

Efecto	Nivel	Año 2005
Admisiones hospitalarias por enfermedades Respiratorias	Alto	884
	Medio	757
	Bajo	663
Visitas a la sala de urgencias	Alto	4 270
	Medio	3 658
	Bajo	3 204
Asma-días con síntomas	Alto	1 594 069
	Medio	472 317
	Bajo	266 083
Días de actividad restringida (neto)	Alto	1 801 311
	Medio	1 737 150
	Bajo	1 008 830
Días de actividad restringida, adultos	Alto	2 969 188
	Medio	2 089 660
	Bajo	1 210 131
Enfermedades respiratorias bajas en niños	Alto	72 377
	Medio	52 118
	Bajo	34 459
Síntomas respiratorios agudos	Alto	2 066 386
	Medio	1 357 911
	Bajo	649 436
Bronquitis crónica	Alto	752
	Medio	493
	Bajo	243

Fuente: "Estimación de los Beneficios en Salud del PD de Santiago"

La metodología, por tanto, arroja resultados que son útiles a la toma de decisiones ambientales por las autoridades competentes y será muy provechosa en la medida que exista mayores estudios locales.

2.3. LA CONTAMINACIÓN EN EL PERU

El **Banco Mundial (2000)**, describe la magnitud y el impacto de algunos de los principales problemas ambientales que afronta el Perú. Respecto a la contaminación atmosférica el estudio hace referencia a los problemas de contaminación del aire, limitados principalmente a Lima Metropolitana, Callao, Arequipa y un número de zonas caracterizadas por la presencia de fuentes fijas de contaminación, como la proximidad de industrias específicas. Es el caso de siderúrgicas en Ilo y La Oroya, plantas productoras de harina de pescado en Chimbote, Paracas, Paita, Supe, y Tambo de Mora.

ECORIESGO (1997), argumenta que en el área metropolitana de Lima y Callao, las principales fuentes de contaminación del aire tienen su origen en el transporte vehicular, las industrias, y la incineración de residuos sólidos en espacios abiertos. Se estima que las dos primeras constituyen aproximadamente el 80 por ciento del problema.

Afirma que la contaminación causada por los vehículos está vinculada con el gran número de vehículos. Lima y Callao cuentan con el 70 por ciento del millón de vehículos registrados a nivel nacional, un aumento del 55 por ciento sobre el periodo 1990 – 1996, hecho parcialmente atribuible a la reciente liberalización de las importaciones. Además de, la antigüedad promedio de los vehículos, aproximadamente 18 años; la falta de mantenimiento e inspecciones técnicas a los vehículos; y el alto precio de la gasolina sin plomo comparado con el de la gasolina con plomo. Además, los sistemas de transporte público no están regulados y son ineficientes. El problema se exacerba además por la presencia de un gran número de terminales intermunicipales e interprovinciales ubicados en el centro de la ciudad. La información tomada de los pocos estudios disponibles indica que los niveles de elementos contaminantes provenientes de los vehículos motorizados superan altamente los estándares US-EPA y WHO. Ver Cuadro 2.5

El informe señala que se presume que la segunda fuente principal de contaminación del aire en Lima, Chimbote, y otras ciudades y centros poblados principales, es la vetusta base industrial caracterizada por un reducido o nulo control de sus emisiones. Muchas fábricas, establecidas antes de que entrase en vigor cualquier forma de control sobre las emisiones, están funcionando todavía y son muy pocas las que han invertido en medidas de mitigación necesarias para reducir la contaminación.

Según **ECORIESGO (1997)**, en 1995, el 66 por ciento de las industrias en Lima no tenían mecanismos de control de las emisiones atmosféricas. Las industrias pequeñas e informales también operan sin ningún control respecto a la contaminación del aire y la contaminación sonora. En los hogares rurales, no se ha prestado atención suficiente a la contaminación del aire en el interior de las viviendas producida por el uso de leña como combustible para cocinar. Además, se sabe muy poco acerca de los impactos sobre la salud, especialmente de los niños y las mujeres.

Hernández – Avila, et al. (1999), afirma que las enfermedades derivadas de la contaminación del aire incluyen un número de alteraciones del sistema nervioso y del sistema respiratorio, como anginas, bronquitis, asma, anemia. Las investigaciones en otros países dan como resultado altas correlaciones entre las concentraciones de elementos contaminantes del aire y la morbilidad y mortalidad. En Lima, se ha observado muestras de sangre con niveles de plomo que exceden las normas internacionales de salud.

El desarrollo de una estrategia efectiva para tratar el problema de la contaminación del aire se ve obstaculizado porque no existe en el país un programa sistemático de monitoreo de la calidad del aire. En Lima, hasta hace poco había una sola Estación ubicada en el centro histórico.

Sin embargo, DIGESA⁴⁴ está realizando estudios sobre monitoreo de la calidad del aire, basándose en campañas de muestreo irregular por las principales ciudades del país⁴⁵ y en algunas “zonas especiales”, como por ejemplo ciudades pequeñas, donde el

⁴⁴ DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental

⁴⁵ El estudio incluye a la ciudad de Piura, y los distritos de Catacaos y Castilla. Ver ítem 2.1.3, del presente capítulo.

turismo y la industria están creciendo rápidamente. Aun cuando los resultados de estos estudios no pueden ser considerados como definitivos, por lo menos ofrecen alguna evidencia de la condición de la calidad del aire en otros centros urbanos. Ver Cuadros 2.5 y 2.6.

CUADRO 2.5
Contaminación del Aire proveniente de los Vehículos en el Area Metropolitana de Lima y Callao

Elementos Contaminantes Seleccionados	Promedio de valores anuales para contaminantes seleccionados				Valores Máximos de la Norma Ambiental
	1995	1996	1997	1998	
Material particulado, PM <10 µg	218.34	272.80	235.83	259.47	75 (EPA)
Dióxido de Azufre, SO₂	--	106.41	95.85	113.13	50 (WHO , 1997)
Dióxido de Nitrógeno, NO₂	--	140.91	189.26	249.53	40 (WHO, 1997)
Plomo, Pb	--	0.50	0.69	0.75	0.5 (WHO, 1997)

Fuente: Ministerio de Salud, MINSA; Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, "Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao". Lima, 1999

Esta degradación ambiental carece de estudios sobre los costos y beneficios, y falta de datos e información oportuna, por lo que no es posible cuantificar costos sociales asociados a los problemas ambientales. Sin embargo, el Banco Mundial, propone para el Perú, un resumen cualitativo de costos y beneficios sociales probables asociados con la problemática ambiental identificada.

CUADRO 2.6

Resultados Iniciales del Monitoreo de la Calidad del Aire en las Principales Ciudades del Perú

Ciudad	Principales Elementos Contaminantes que Exceden Los Estándares Ambientales de la WHO	Probables fuentes
Lima-Callao	Material particulado < 10 ug	Trafico vehicular
Arequipa	Material particulado < 10 ug Plomo Dióxido de Azufre SO Dióxido de Nitrógeno NO Ozono	Fundiciones Agroindustria
Iquitos	Material particulado <10 ug	Trafico vehicular
Cuzco	Material particulado <10 ug	Trafico vehicular
Chimbote	Material particulado <10 ug Sulfato de Hidrógeno H S	Planta siderúrgica Plantas de harina de pescado
Trujillo	Material particulado <10 ug Dióxido de Nitrógeno NO	Trafico vehicular
La Oroya	Material particulado <10 ug Dióxido de Azufre SO Arsénico Plomo Cadmio	Fundiciones de Hierro y Cobre
Ilo	Dióxido de Azufre SO	Fundición de cobre

Fuente: Ministerio de Salud, MINSA; Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, "Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao". Lima, 1999

En el caso de la contaminación del aire en centros urbanos, genera impactos ambientales significativos en la salud humana, por la presencia de un alto nivel de plomo en la sangre, y enfermedades respiratorias como la angina, asma y bronquitis; que se traducen en costos sociales como mayores gastos médicos, menor productividad laboral, reducida actividad económica y menor capacidad de aprendizaje escolar. Por lo que se

requiere de información en cuanto al nivel de concentración de los contaminantes, funciones de dosis – respuesta, estadísticas de salud y gasto promedio de tratamiento para estimar el costo beneficio.

Además, la presencia de factores como el nivel de la población, cambio demográfico, la pobreza; las fallas de la política y falta de conciencia ambiental contribuyen a la degradación ambiental.

El **Instituto Cuánto (1998)**, realizó una encuesta nacional sobre conciencia ambiental, en la cual demostró que el 17% de la población tiene un conocimiento adecuado sobre los problemas ambientales, el 62% tiene un conocimiento promedio, y el 21% tiene poco o ningún conocimiento. Además, que los peruanos se preocupan más por el desempleo, 32%, la pobreza, 20% y los bajos niveles de ingresos, 15%; antes que de los problemas ambientales. El medio ambiente ocupa el cuarto lugar con el 5%. Sin embargo, el 85% de la población considera que deben ser resueltos los problemas ambientales. El problema de la contaminación del agua ocupó el primer lugar seguido de la contaminación del aire y luego el mantenimiento de los espacios públicos.

2.4. CASO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE PIURA⁴⁶

Para el estudio de la calidad del aire de Piura ⁴⁷ se seleccionaron 5 estaciones fijas de muestreo, en donde se instalaron equipos activos de alto volumen y bajo volumen para el muestreo de partículas totales en suspensión, PTS y partículas menores a 2.5 micras, PM2.5, respectivamente. También se instaló sistemas de muestreo para la determinación de Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en el ambiente. Los metales pesados en el aire fueron determinados a partir de la muestra de Partículas Totales en Suspensión. Adicionalmente se realizaron mediciones de partículas sedimentables y meteorología.

⁴⁶ La evaluación de la calidad del aire de la ciudad de Piura” se realizó entre el 26 de Febrero al 4 de Marzo del 2002. Dicha evaluación comprendió los distritos de Catacaos, Ramón Castilla y Piura.

⁴⁷ Estudio elaborado por, la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, institución perteneciente al Ministerio de Salud. Lima, 2002.

2.4.1. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA

2.4.1.1. FUENTES MOVILES

Las avenidas y calles principales de los distritos de Catacaos, Castilla y Piura están sujetas a un considerable desplazamiento de vehículos motorizados⁴⁸.

Los cuadros 2.7 y 2.8, muestran el parque automotor en la ciudad de Piura, y el servicio de transporte terrestre de pasajeros, respectivamente. Se observa que según el tipo de vehículo, el de taxi libre representa el 37.28% y de los motocar, el 33.09% del total de la flota vehicular. Además, el 21.31% de las rutas corresponde al servicio interprovincial de transporte de pasajeros.

2.4.1.2. Industrias en general

En el distrito de Piura cuenta con una zona industrial comprendida entre las avenidas Sánchez Cerro, Los Diamantes y Andrés Avelino Cáceres. Existen diferentes tipos de industrial tales como madereras, aserraderos, talleres de soldadura, fábricas de mosaicos, etc. Entre ellas se encuentran:

Industria textil Piura S.A.,
Molinos Piura,
Desmotadora Santa Teresita,
La FAMIL,
Venus Peruana SAC,
Maderera Pucallpa, etc.

También en el distrito de Piura se cuentan con otras fuentes, tales como fabricación de ladrillos de cemento, panaderías, pollerías, quema de residuos sólidos, entre otras.

⁴⁸ Se incluye en esta definición a los motocar.

CUADRO 2.7
PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE PIURA

TIPO DE VEHICULO	FLOTA VEHICULAR	UNIDADES
Transporte urbano	Camionetas rurales	376
	Ómnibus	24
Transporte interurbano	Camionetas rurales	287
Transp.. Taxi Colectivo	Automóviles	412
Taxi libre	Autorizaciones	584
	Renovaciones	674
Mototaxis	Autorizaciones	674
	Renovación	562
TOTAL		3 735

Fuente: División de transportes – Municipalidad Provincial de Piura, 2001

CUADRO 2.8
SERVICIO DE TRANSPORTE TERRESTRE DE PASAJEROS

RUTAS	FLOTA VEHICULAR (UNIDADES)
Servicio Internacional	15
Servicio Nacional	174
Servicio Interprovincial	359
Servicio Interurbano	294
TOTAL	1684

Fuente: División de transportes – Municipalidad Provincial de Piura, 2001

2.4.2. MONITOREO ATMOSFÉRICO

CUADRO 2.9
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE – PIURA

CODIGO	LUGAR	DIRECCION	DISTRITO
E – 1	Municipalidad de Catacaos	Jr. El comercio S/N	Catacaos
E – 2	Centro de Salud Micaela Bastidas	AA HH. Micaela Bastidas	Piura
E – 3	Municipalidad de Piura	Jr. Ayacucho y Jr. Tacna	Piura
E – 4	DESA – Piura	Av. Ramón Castilla N° 359	Castilla
E – 5	CONAFOVICER	Jr. Los Laureles S/N Urb. San Ramón	Piura

Fuente: MINSA, DIGESA.. "Evaluación de la Calidad del Aire". Piura, 2002

El Cuadro 2.9, señala las estaciones de muestreo según los criterios de la dirección predominante del viento y la ubicación de las fuentes contaminantes en evaluación.

La estación de muestreo E-3, corresponde a la Municipalidad de Piura, ubicada frente a la Plaza de Armas de la ciudad de Piura. En la zona predominan edificios, locales públicos y centros comerciales. El centro de la ciudad soporta un alto tránsito vehicular.

La estación de muestreo E-5, corresponde a la estación instalada en el Centro Recreacional de Construcción Civil del Perú, CONAFOVICER, ubicada en la Urbanización San Ramón. Las vías aledañas no están asfaltadas ni pavimentadas. Poco tránsito de vehículos, principalmente motocar.

Al sur y Sur Oeste se encuentra localizada la Zona Industrial, y al Sur Este se ubica la Zona Comercial de Piura.

2.4.3. PARAMETROS EVALUADOS

PARÁMETROS CONTAMINANTES

Gases:

Dióxido de Azufre (SO_2)

Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

Partículas:

Partículas Totales en Suspensión (PTS)

Metales: Cobre, Plomo, Manganeseo, Cadmio, Fierro y Zinc

Partículas menores a 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$).

Partículas Sedimentables (PS)

PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Dirección del viento

Velocidad del viento

2.4.4. RESULTADOS

Los cuadros siguientes muestran los resultados de las muestras obtenidas de las estaciones E – 3, y E – 5. Del cuadro 2.10, el estudio concluye que el promedio de dióxido de azufre, SO_2 , no excede del estándar de calidad ambiental del aire, ECA, de $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas.

Respecto al dióxido de nitrógeno, NO_2 , los promedios detectados en las estaciones de muestreo no exceden el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud. OMS, de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas.

CUADRO 2.10
CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂) Y
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

CODIGO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (ug/m ³)*	
		Dióxido de Azufre	Dióxido Nitrógeno
E - 3	26 de Febrero	6.78	5.65
	27 de Febrero	2.05	4.96
	28 de Febrero	2.88	4.00
	01 de Febrero	3.01	6.88
	PROMEDIO	3.68	5.37
E - 5	02 de Marzo	11.70	7.12
	03 de Marzo	4.51	3.96
	04 de Marzo	6.01	8.11
	PROMEDIO	7.41	6.40
VALOR GUIA (OMS – 24h) 1/			150
ESTANDAR (ECA – 24H) 2/		365	

Fuente: MINSA, DIGESA.. "Evaluación de la Calidad del Aire". Piura, 2002

* Microgramos por metro cúbico

1/ Valor guía de la Organización Mundial de la Salud OMS

2/ Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM

Según el cuadro 2.11, se evidencia que la concentración de partículas totales en suspensión, PTS, que incluyen metales pesados como el plomo, exceden en las estaciones de muestreo los estándares según el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud, OMS, de 120 µg/m³ para 24 horas. Los valores máximos registrados en las estaciones E-3 y E-5, de 142.77 µg/m³ y 143.47 µg/m³, respectivamente exceden en 18.98% y el 19.55%, al valor guía de la Organización Mundial de la Salud, OMS.

CUADRO 2.11
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSIÓN, PTS, Y
PARTICULAS MENORES A 2.5 MICRAS, PM2.5

CODIGO	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (ug/m ³)*	
		PTS	PM2.5
E - 3	26 de Febrero	85.53	3.07
	27 de Febrero	65.43	
	28 de Febrero	79.24	
	01 de Febrero	142.77	
	PROMEDIO	93.24	3.07
E - 5	02 de Marzo	143.47	19.36
	03 de Marzo	-	16.69
	04 de Marzo	71.41	16.05
	Promedio	107.44	17.37
ESTANDAR (US EPA – 24h)		260	-
VALOR GUIA (OMS– 24 H) 1/		120	-
VALOR REFERENCIAL(ECA–24 H) 2/		-	65.00

Fuente: MINSA, DIGESA.. "Evaluación de la Calidad del Aire". Piura, 2002

* Microgramos por metro cúbico

1/ Valor guía de la Organización Mundial de la Salud OMS

2/ Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM

Respecto al material particulado sedimentable, cuadro 2.12, comparado con el valor referencial de la OMS, de 0.5 mg/cm²/mes se puede apreciar que todos los valores, de siete y treinta días, están por encima del valor referencial.

El estudio presenta la Calidad del Aire en la ciudad de Piura en temporada de verano, concluye que las concentraciones más elevadas, de los contaminantes gaseosos, como el NO₂ se determinaron en la Estación E – 5. Sin embargo, los valores obtenidos están muy por debajo de su respectivo estándar o valor guía, y no constituye un riesgo significativo para la salud de las personas residentes en la ciudad de Piura.

CUADRO 2.12
PARTICULAS SEDIMENTABLES (PS)

CODIGO	PERIODO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN (mg/cm ² /mes) *	
		7 días	30 días
E – 3	26 de Febrero a 5 de Marzo de 2002	1.40	0.74
VALOR REFERENCIAL (OMS)		0.5	0.5

Fuente: MINSA, DIGESA.. "Evaluación de la Calidad del Aire". Piura, 2002

* Miligramos por centímetro cuadrado por mes

El estudio considera pertinente señalar que los niveles obtenidos de las Partículas Menores a 2.5 micras, PM_{2.5}, las Partículas Totales en Suspensión, PTS, y de los metales pesados en PTS, fueron menores sus niveles de concentración de material particulado en los días de llovizna. Es decir, que los resultados en ausencia de lluvias arroja niveles más altos de contaminantes.

El exceso de las partículas sedimentables, es un indicador del grado de suciedad presente en el ambiente. Causando molestias a la población, debido a la existencia de zonas no pavimentadas, al considerable parque automotor en el centro de la ciudad de Piura.

En cuanto a la dirección del viento, según el SENAMHI⁴⁹, fue de sur a norte. Es decir, que las emisiones generadas al sur de la ciudad de Piura podrían por acción del viento propagarse hacia la zona norte de la ciudad, pudiendo dispersarse o concentrarse en las nuevas urbanizaciones y asentamientos humanos localizados al norte de la ciudad de Piura.

⁴⁹ SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

CAPITULO III

EL MODELO

3.1. DEFINICION AREA GEOGRAFICA DE ESTUDIO

La zona ámbito de estudio,⁵⁰ de la presente investigación, considera el cercado de la ciudad de Piura definido como el espacio geográfico microatmosférico bajo la cual se desarrollan las actividades socio-económicas cuyos habitantes comparten características homogéneas de topografía, clima; producción y consumo. Sin embargo, estas relaciones de producción diferencian niveles de vida traducidos en la satisfacción de sus necesidades básicas de la población medidas en sus niveles de ingreso, educación, vivienda y acceso a los servicios básicos.

Los límites de este espacio geográfico son: por el norte, con la Av. Luis A. Eguiguren, Ex Av. Málaga; por el sur, con la Av. Grau; por el este, con la Av. Loreto; y por el oeste, con la Av. Vice.

Esta delimitación, como centro urbano, afronta problemas ambientales como la contaminación atmosférica debido al parque automotor, al deficiente transporte de servicio público, y por la falta de control de emisiones de las empresas contaminantes; que impactan negativamente sobre la salud de la población del proyecto demarcada en 83 manzanas⁵¹, las cuales conforman el cercado urbano de la zona ámbito de estudio con 1,907 unidades catastrales que incluyen zonas residenciales y asentamientos humanos, concentrando a 10,489 habitantes, el cual define el universo del presente estudio, tal como se observa en el cuadro 3.1.

3.2. DISEÑO Y TRATAMIENTO MUESTRAL

La encuesta se elaboró en base a las entrevistas de médicos especialistas en las enfermedades de las vías respiratorias dentro del cercado de la ciudad de Piura.

⁵⁰ Dirección de Catastro Urbano, 8vo. Piso, Municipalidad Provincial de Piura. Agosto, 2002.

⁵¹ Ver Anexo IV: Delimitación Zona Ambito de Estudio.

CUADRO 3.1
DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA
PIURA, 2003

ZONA CATASTRAL	MZ.	1/.	2/.	MUESTRA
Centro de Piura	4	152	7.97%	8
Urb. Club Grau	13	271	14.21%	14
Pachitea	28	800	41.95%	39
A.H. Tangarará	3	54	2.83%	3
A.H. Las Palmeras	3	44	2.30%	2
Urb. Clarke	3	70	3.67%	3
Conj. Hab. Res. Grau	3	132	6.92%	7
Urb. Los Pinos	1	12	0.62%	1
Urb. Los Magistrados	1	10	0.52%	1
Urb. San Isidro	3	48	2.51%	2
Urb. San Miguel	2	36	1.88%	2
Urb. Taiman	1	27	1.41%	1
Urb. San Lorenzo	4	48	2.51%	2
Urb. Monterrico	3	37	1.94%	2
Urb. California	2	15	0.78%	1
Urb. Santa Ana	9	151	7.91%	7
TOTAL	83	1907	100.00%	95

Fuente: Elaboración propia.

1/. Unidades Catastrales, no incluyen terrenos sin construir

2/. Unidades Catastrales / Total de Unidades Catastrales

El muestreo probabilístico considera la recolección de datos referida al año 2002, la población en estudio se encuentra entre las edades de 24 a 67 años. Se encuestó al jefe de familia definido como el trabajador principal. Es decir, el que proporciona el mayor nivel de ingresos en la familia. La muestra del proyecto consta de 98 observaciones⁵², realizada en febrero del 2003. La recopilación de la muestra se hizo mediante la obtención

⁵² De 95 observaciones, obtenidas según la fórmula estadística para determinar el tamaño de la muestra, se adicionó tres encuestas al total; por tanto, el estudio se basa sobre 98 observaciones.

de datos directos mediante encuesta, la cual proporciona datos de corte transversal con información respecto al año anterior; y de fuente secundaria, de bibliografía pertinente para la estimación del modelo.

Según el INEI⁵³, la ciudad de Piura presenta un promedio familiar de 5.5 miembros por familia. Por tanto, para el análisis estadístico se ha considerado el tamaño de la muestra, dada la naturaleza de las variables, definidas generalmente en atributos; y el tamaño de muestra se tomará en la proporción, según las zonas catastrales, como:

$$n = \frac{P * Z^2 * p * q}{P * E^2 + Z^2 * p * q}, \quad \text{donde:}$$

- n** = tamaño de la muestra
- P** = Población, área del estudio: 10,489 habitantes⁵⁴
- Z** = número de desvíos estándar en la distribución normal obtenida al nivel de confianza del 95% = 1.96
- p** = probabilidad de éxito considerando los estudios previos para el presente trabajo considerados en el capítulo II, $p = 0.50$
- q** = probabilidad de fracaso al no conocer demás características de la población por limitación en la información para el proyecto, $q = 0.50$
- E** = 10%, margen de error o máxima diferencia entre el valor de la población y el valor muestral

Entonces,

$$N = \frac{(10489)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(10,489)(0.1)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$N = 95,$$

⁵³ Instituto Nacional de Estadística e Informática. Para el año 2001, la población en la ciudad de Piura, área urbana fue de 229,760 habitantes.

⁵⁴ Dado el promedio familiar y el número de unidades catastrales según el Municipalidad Provincial de Piura.

De esta definición del cercado de la ciudad de Piura, se incluyen zonas del estudio⁵⁵ que divide a la ciudad en 15 cuadrículas, para determinar el nivel de los contaminantes sobre la ciudad de Piura, de las cuales se consideran unidades catastrales de las cuadrículas 1, 2, 3 y 4 del referido estudio.

Dadas las restricciones presupuestales; la unidad de análisis serán los jefes de familia definidos anteriormente, considerados en la muestra probabilística, basada en las técnicas de la estadística inferencial de una población pequeña, con un nivel de significancia , $\alpha = 5\%$ ⁵⁶.

Los datos epidemiológicos provienen de la encuesta del presente trabajo de investigación, ver Anexo I: "Encuesta sobre Salud y Contaminación" realizada en la zona ámbito de estudio. La muestra de la investigación contiene información pertinente de 98 observaciones y de las enfermedades que inciden sobre las vías respiratorias. Esta información se refiere a la ocurrencia presentada durante el año 2002. Las enfermedades respiratorias son: faringitis aguda, rinitis alérgica, bronquitis aguda, faringitis crónica, sinusitis aguda, amigdalitis, laringotraqueitis aguda, inflamación aguda de las vías respiratorias, asma bronquial, neumonías y rinofaringitis.

Los datos de contaminación se obtuvieron del trabajo de investigación de **Tongo, J (1999)**, el cual concluye que las partículas contaminantes sobre la ciudad de Piura, consideradas con niveles tóxicos, comparados con otros países, son elementos minoritarios, como el arsénico, cadmio, cobre, níquel, plomo y zinc. Así también, de altos valores de otros metales traza, como el manganeso, vanadio y cobalto. El estudio recomienda, analizar la relación de estas partículas y su incidencia en la salud humana.

Así también, se considera el estudio de **MINSA - DIGESA (2002)**. Este estudio, realizado por primera vez para la ciudad, considera el muestreo de partículas totales en suspensión, PTS, hasta 0.3 μm de diámetro; y de los metales pesados en PTS, como el cobre, plomo, manganeso, fierro y zinc.

⁵⁵ Tongo Pizarro, José. Tesis para Optar el Grado de Magister en el Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Piura. Piura, 1999.

⁵⁶ Obsérvese que $Z + E$ no es necesariamente igual a uno como si la sumatoria del nivel de confianza más el nivel de significancia.

La concentración de partículas suspendidas totales se calcula determinando el peso de la masa recolectada y el volumen de aire muestreado.

Para las estaciones ubicadas en el centro de la ciudad de Piura, las concentraciones de las partículas totales en suspensión, PTS, oscilan entre $85.53 \mu\text{m}/\text{m}^3$ y $142.77 \mu\text{m}/\text{m}^3$. Se observa que el valor máximo excede en 18.98% respecto al Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud, OMS, de $120 \mu\text{m}/\text{m}^3$ para 24 horas.

Los datos climatológicos provienen de la encuesta respecto a las enfermedades respiratorias durante las estaciones de otoño - invierno y primavera - verano.

3.3. ESPECIFICACION Y ESTIMACION DEL MODELO

El estudio centra su atención en la estimación de los beneficios en la salud que se obtendrían al disminuir la contaminación atmosférica en el cercado de la ciudad de Piura. La estimación relaciona económicamente los niveles de contaminantes de metales pesados, tales como el plomo, con la incidencia en la salud por enfermedades específicamente respiratorias; posteriormente, se asignan costos a los efectos en la salud y estimación de la población total con enfermedades respiratorias.

Las variables son de naturaleza microeconómica, obtenidas de las familias del cercado de Piura. Las observaciones son de corte transversal obtenidas mediante una encuesta específica.

Es decir, que los datos se refieren al año 2002, es un periodo corto, en un año específico, se espera que los cambios en variables como el hábito de fumar, el acceso a los servicios de salud sean mínimos. La concentración es en las variables que afecten la incidencia de contraer enfermedades respiratorias que varíen a lo largo del año; tales como, la contaminación y el clima. Por ello, se incluye en el análisis variables climatológicas tomando como referencia las estaciones del año. Así también, supone algún grado de contaminación el número de personas que habitan en el domicilio, los gastos en salud, levantamiento de partículas por la limpieza, la cercanía del domicilio a

fábricas o áreas verdes, si queman o no los residuos sólidos. Así también, la edad, y el sexo .

Se estimaron diferentes ecuaciones que incluían todas las variables consideradas pertinentes. Luego, se simplificaron hasta obtener el modelo más significativo el cual define las variables siguientes:

VARIABLE DEPENDIENTE:

PADECE DE ENFERMEDADES EN LAS VIAS RESPIRATORIAS:

Esta variable reúne datos generales del jefe de familia⁵⁷ en cuanto si ha presentado y diagnosticado y tratado enfermedades en las vías respiratorias, tales como rinitis alérgica, faringitis, asma, durante el año 2002. Así también, respecto al tiempo del padecimiento de enfermedades crónicas

Es preciso considerar en la especificación la posibilidad de correlación entre las variables climatológicas y los contaminantes. Sin embargo, el modelo logit y/o probit estimará los parámetros y su nivel de significancia individual con lo cual se definirá el mejor modelo econométrico.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

A) PLOMO: METAL CONTAMINANTE PARTICULADO ATMOSFERICO

El plomo es considerado como un contaminante atmosférico conformado por partículas cuyos agentes contaminadores son los vehículos a motor, la industria, la energía eléctrica, calderas industriales, incineración de desechos sólidos y polvo en suspensión. Estas partículas representan el 9% del total de contaminantes de origen antropogénico cuyo riesgo para la salud humana afecta a los pulmones, sobretudo en áreas urbanas con alta concentración poblacional.

⁵⁷ El jefe de familia se define como el trabajador principal, el que proporciona un mayor nivel de ingreso para la familia.

Las partículas de plomo se liberan a la atmósfera por actividades naturales y humanas, como el humo de los cigarros, cuya inhalación significa una mayor exposición al plomo.

En la ciudad de Piura, la mayor incidencia de la contaminación por partículas de plomo proviene del parque automotor, que para el año 2001, la flota vehicular compuesta por autos, mototaxis, vehículos de transporte urbano, transporte interurbano, transporte de taxi colectivo, taxi libre, y mototaxis suman 3735⁵⁸ unidades móviles. La circulación vehicular congestionada en horas punta aumenta el grado de contaminación por zonas de residencia definidas.

La principal fuente de contaminación por partículas de plomo sobre el cercado de la ciudad de Piura está constituida por la utilización de la gasolina de 84 octanos. Así también, por el humo producido por la combustión de los motores.

Es posible que la frecuente movilidad intraurbana permita la contaminación por partículas de plomo, además los vientos facilitan el transporte de las partículas hacia el interior de las viviendas. En épocas de invierno, se incrementa la concentración de partículas suspendidas de plomo en la atmósfera.

B) PARTICULAS DE POLVO RESIDENCIAL

Como parte de la información ambiental es necesario conocer el material que frecuentemente utiliza para la limpieza de la vivienda, tales como escoba, aspiradora, trapo húmedo u otros. Estas partículas fácilmente transportables por el viento incrementan los problemas de la contaminación y sus efectos sobre la salud de las personas.

C) NUMERO DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL DOMICILIO

La cantidad de personas que viven en casa incluyendo al encuestado forma parte de la información ambiental para observar el grado de hacinamiento al conocer además

⁵⁸ Ver Capítulo II, cuadro 2.8 y 2.9. Es preciso anotar que este cuadro no señala el número de unidades de autos y motos lineales de uso particular que se sumarían al problema de la contaminación atmosférica por partículas de plomo.

el número de dormitorios en el domicilio. Este concepto se refiere a las habitaciones para dormir, sin considerar sala, comedor, cocina ni baños.

D) CERCANIA DEL DOMICILIO A FABRICAS O AREAS VERDES

Esta variable considerada como un dato referencial ya que supone que cuánto más cerca de una fábrica esté ubicada la vivienda mayor será el problema de la contaminación por partículas transportadas por el aire. Caso contrario, si la vivienda se ubica cerca de áreas verdes habría una mayor probabilidad de diluir los contaminantes en la atmósfera.

E) DISTRIBUCION DE LOS GASTOS EN SALUD

Permitirá conocer la distribución del gasto por concepto de salud, este dato se obtendrá en unidades monetarias o en porcentaje del ingreso mensual del jefe de la familia. Además permitirá cruzar información de las variables ingreso y gasto familiar para afianzar la confiabilidad de las encuestas.

F) TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Esta información permitirá conocer la actitud de la familia si queman o no los desechos sólidos ya sea cerca o lejos del domicilio. Así también, conocer la actitud de los vecinos ante este problema ambiental.

G) NUMERO DE CIGARROS QUE FUMA

Conocer si el entrevistado fuma o no; de fumar, cuántos cigarros fuma a la semana en casa o fuera de ella. Se esperaría que una mayor cantidad de cigarros consumidos generen problemas en la salud del entrevistado y de los integrantes de su familia.

H) EDAD Y SEXO

Permitirán observar la correlación entre la salud humana y la contaminación según la edad y sexo de los jefes de familia.

I) CLIMA

Según la encuesta y la naturaleza de los datos, esta variable se define mediante la observación de las enfermedades de las vías respiratorias y su frecuencia ocurrida en la estación de verano, entre noviembre a abril; y de invierno, entre mayo a octubre.

Ostro, B (1987), argumenta que los estudios econométricos en los cuales se relacionan morbilidad con niveles de contaminantes señalan la sensibilidad de los resultados y a la forma funcional escogida. De hecho no existe acuerdo en la más adecuada. Además, es preciso tener en cuenta que las enfermedades de las vías respiratorias pueden ser contagiosas y enfermedades del presente pueden en algún grado estar relacionadas con el pasado.

Margulis, S (1992), señala que es insuficiente la evidencia respecto a la posibilidad de alta correlación entre las variables explicativas de contaminación y temperatura, podría suponerse que a ciertos niveles estas variables pueden tener efectos significativamente distintos a las demás observaciones. Es decir, que a niveles bajos de contaminación no afectan significativamente a la salud en forma independiente del nivel de contaminación en esos tramos.

Finalmente, al considerar solo personas adultas entre las edades de 24 a 67 años, permite que este grupo étareo defina que los efectos de la contaminación sobre la salud de las personas sean homogéneos entre ellos, dadas las características propias de una población adulta.

En síntesis, para la especificación del modelo, el proceso de la investigación utilizará la función dosis - respuesta para estimar la relación entre las variable dependiente y la incidencia negativa en la salud; posteriormente se valorará económicamente el cambio ambiental utilizando el método de los costos evitados.

Es decir que, la presencia de enfermedades respiratorias se relaciona con los niveles promedios de partículas de plomo y las demás variables explicativas, tales como la edad, sexo, el número de personas que habitan en el domicilio, la cercanía del domicilio a fábricas o áreas verdes, la cantidad de cigarrillos que fuma en promedio por semana, el gasto promedio mensual familiar en salud, el tratamiento a los desechos sólidos y el uso frecuente de utensilios para limpieza del hogar.

Para obtener la ecuación más significativa se utilizó un modelo econométrico utilizando el software EVIEWS, según los métodos Logit y Probit, dado que la variable dependiente es dicotoma o dummy, al manifestar la presencia o no de las enfermedades en las vías respiratorias en los entrevistados.

Por tanto, el modelo de regresión relaciona una variable dependiente de naturaleza binaria en función de diez variables explicativas, de la siguiente manera:

FORMA ESPECIFICA:

CRON = F(PB, CLIM, ED, SEX, CIG, QUEMFAMI, CUPEVICA, CERDOMIC, DISGASSA, PART)

FORMA MATEMATICA:

CRON = $\beta_0 + \beta_1$ DISGASSA + β_2 CIG + β_3 SEX + β_4 PART + β_5 PB + β_6 CUPEVICA + β_7 CERDOMIC + β_8 EDAD + β_9 CLIM + β_{10} TRATDES + e

Variable dependiente:

CRON = padece de enfermedades en las vías respiratorias,
1 = si padece, 0 = no padece

Variables independientes:

DISGASSA	:	Monto destinado a la salud, según la distribución del gasto promedio mensual familiar
CIG	:	Número de cigarros que fuma en promedio por semana
SEX	:	Sexo
PART	:	si utiliza con frecuencia escoba para limpieza del hogar, levantando polvo residencial, 1= si utiliza, 0 = no utiliza
PB	:	Nivel de partículas de plomo, según área de residencia
CUPEVICA	:	Cuántas personas viven en casa
CERDOMIC	:	Cercanía del domicilio a fábricas o áreas verdes
EDAD	:	Edad
CLIM	:	Clima, 1 = mayo a octubre, 0 = noviembre a abril
TRATDES	:	Quema basura la familia, 1 = si quema, 0 = no quema

Los parámetros presentan el siguiente signo:

$\beta_0 > 0$	$\beta_1 > 0$	$\beta_2 >, < 0$	$\beta_3 >, < 0$	$\beta_4 > 0$	$\beta_5 > 0$
$\beta_6 > 0$	$\beta_7 > 0$	$\beta_8 >, < 0$	$\beta_9 > 0$	$\beta_{10} > 0$	

Para la significancia estadística individual se utilizará los valores de tabla utilizando una distribución normal estandarizada, z-Statistic, con un valor de $Z = 1.64$, equivalente al 90% de confianza, a este nivel deducen que no es posible hablar de una sobreestimación en los resultados.

3.4. RESULTADOS DE LA MUESTRA ESTADISTICA

La información obtenida de la encuesta, ha sido procesada mediante el paquete estadístico del software SPSS (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) en entorno Windows,

Los resultados estadísticos son los siguientes:

La frecuencia de la incidencia de enfermedades en las vías respiratorias, permite observar que el 65.3% de la población muestral presentaron, durante el año 2002, algún nivel de malestar respecto a enfermedades como rinitis, faringitis y asma.

Respecto al tipo de sexo, el 69.4% pertenecen al sexo masculino. De esta variable, se observa una diferencia de 19.4% por encima del promedio respecto al sexo femenino. En cuanto a la edad, el grupo entre 24 y menor e igual a 50 años, representa el 79.6%

De los domicilios visitados, el 36.7% están cerca de áreas verdes, el 54.1% cerca a cruce de avenidas, y el 6.1% cerca a fábricas dentro de la zona ámbito de estudio.

En cuanto a la distribución de los gastos en salud, el 58.2% y el 41.8% de los encuestados manifiesta gastar una cifra menor o mayor a S/. 500.00 nuevos soles, respectivamente.

El 71.4% declara no fumar. El hábito de fumar entre 4 a 60 cigarrillos por mes, representan el 21.4% de las personas.

Al interrogar sobre con qué frecuentemente realiza la limpieza del hogar, el 78.6% utiliza escoba, con el consecuente malestar de levantar polvo como material particulado en suspensión. El 21.4%, utiliza una combinación de trapo húmedo o el uso de aspiradora en el aseo de la vivienda.

Con la variable plomo, PB, al utilizar como medida de de tendencia central, la mediana distribuye al 50% de los encuestados por debajo de un nivel de $120 \mu\text{m}/\text{m}^3$ y, el otro 50% está por encima de este nivel cuyo valor excede en al valor guía de la OMS, de $120 \mu\text{m}/\text{m}^3$ para 24 horas. Así también, como medidas de dispersión, la desviación estándar señala que existe una dispersión de la media aritmética de 17.74, y el coeficiente de variabilidad, indica que la media aritmética tiene una dispersión del 14.65%. A nivel de frecuencia, el 46.93% está por encima de la norma OMS, el porcentaje se incrementa al 65.3% al tomar el valor referencial igual al de la norma OMS.

El 67.68% de hogares está conformado por menos e igual a 5 miembros por familia. Es decir, que el 31.63% de familias están integradas por más de 5 miembros.

Al analizar el clima, el 38.8% de personas están expuestas a las enfermedades respiratorias entre los meses de noviembre a abril. El 61.2% generalmente tiene incidencia a enfermarse en la estación de invierno, considerados entre los meses de mayo a octubre.

Finalmente con la variable tratamiento de los desechos sólidos, el 89.80% manifiesta no quemar la basura, contra un 10.20% que si incinera la basura causando deterioro en el medio ambiente.

Al utilizar la tabulación cruzada de las variables dependientes con la variable independiente, se obtienen los resultados siguientes:

Con la variable cercanía del domicilio a fábricas o cruce de avenidas, el 62.8% manifiesta problemas con enfermedades respiratorias.

Con la variable plomo, del 46.94% de familias que sobrepasan el nivel permitido por la OMS, éstas representan el 35.94% que si presentan enfermedades en las vías respiratorias. Si el nivel se iguala al de la OMS, el porcentaje se incrementa a 59.38%

Con la variable cuántas personas viven en casa, dado el promedio familiar de 5.5 miembros por familia, se puede observar que el 28.12% de las familias, por encima de este promedio, presentan alguna enfermedad referente a las vías respiratorias.

Con la variable distribución del gasto en salud, 42 entrevistados que representan el 65.63% manifiesta gastar menos de S/.500.00 y el 34.38% declara gastar más de este monto; en ambas situaciones presentan problemas de salud en las vías respiratorias.

Con la variable sexo, el 65.63% de los jefes de familia que manifiestan tener enfermedades respiratorias son de sexo masculino; el 34.38% son mujeres y tienen las

enfermedades en referencia. Independientemente de la edad, el 65.31% manifiesta tener alguna enfermedad en las vías respiratorias.

Con la variable cigarro, 43 del total de entrevistados no fuman pero si presentan enfermedades en las vías respiratorias totalizando un 67.18%. Así también, el 32.81% de jefes de familia entrevistados fuman por lo menos 4 cigarrillos por mes que también presentan este problema de salud, representando el 32.81%

Con la variable clima, entre los meses de mayo a octubre, el 64.06%; y entre los meses de noviembre a abril, el 35.94%; manifiestan tener los problemas de salud mencionados. Es preciso mencionar, que para el 34.69% de la muestra, el clima no les afecta en su salud.

Con la variable edad, entre los 24 a 67 años, para el 65.31% de la población muestral si hay problemas respiratorios mas no para el 34.69%

Con la variable levantamiento de partículas cuando realiza la limpieza del hogar, el 93.75% manifiesta tener algún problema en las vías respiratorias.

Con la variable tratamiento de los desechos sólidos, el 65.91% de las familias no queman la basura pero si presentan algún problema de enfermedades en las vías respiratorias. Solo diez familias declaran quemar los desechos sólidos y de éstas, seis familias presentan las enfermedades en referencia.

Al realizar un análisis estadístico inferencial mediante pruebas de hipótesis se obtuvieron los resultados siguientes:

Respecto a la variable plomo:

$$H_0: \mu = 125 ,$$

$$H_1: \mu \neq 125 ,$$

Para esta variable, la OMS establece el límite de contaminación por partículas de plomo por encima de 120 ppm para 24 horas. Es decir, que con un nivel de 125 ppm se estaría en una situación preocupante de contaminación ambiental.

Los resultados⁵⁹ estadísticos señalan que para el presente estudio de 98 observaciones, $n > 30$, con un nivel de confianza del 95% se utilizará el valor de la función de densidad normal estandarizada, $Z_t = 1.96$. El resultado del $Z_c = -2.05$ mayor que el Z_t se rechaza la hipótesis H_0 ; es decir, se acepta que μ es un estimador estadísticamente significativo. Según el test One Sample Statistic, se obtiene un valor probabilístico, $SIG = 0.043 < 0.05$, es decir que, se rechaza por tanto H_0 .

Al analizar la variable explicada, sufre de enfermedades en las vías respiratorias con las variables explicativas como el clima, polvo en partículas en suspensión y el tratamiento de los desechos sólidos. Es decir, al relacionar variables cualitativas dependientes e independientes, y realizar una comparación estadística utilizando una tabla de valores chi cuadrado, χ^2 , con un grado de libertad⁶⁰; $\chi^2_t = 3.84$, se obtuvieron los resultados siguientes:

Clima $\chi^2_c = 0.626$

Polvo Particulado $\chi^2_c = 4.581$

Tratamiento de desechos sólidos $\chi^2_c = 0.138$

Si $\chi^2_c > \chi^2_t$ se rechaza H_0 . Entonces, si hay relación entre la variable polvo particulado con la variable dependiente del modelo; sin embargo, para la variables clima y tratamiento de los desechos sólidos, se acepta la hipótesis nula, H_0 , por tanto se acepta la no relación entre estas variables y la variable endógena.

⁵⁹ Ver Anexo II: Resultados Estadísticos, SPSS

⁶⁰ Ver pie de página anterior

3.5. RESULTADOS DE LA ESTIMACION ECONOMETRICA

Las ecuaciones relacionan la presencia de enfermedades respiratorias con los niveles promedios de partículas de plomo y las demás variables explicativas como la distribución del gasto en salud, el número de cigarros que fuma al mes, sexo, partículas de polvo en suspensión, número de personas que viven en el domicilio, la cercanía del domicilio a fábricas, cruce de avenidas o áreas verdes; la edad, clima; y el tratamiento de los desechos sólidos.

Se escogió el método ML - Binary Probit al ser la variable dependiente cualitativa o dicótoma; y por obtener mejores resultados en cuanto al nivel de confianza del 90%.

Se estimaron diferentes ecuaciones que incluían todas las variables consideradas pertinentes. Luego se simplificó para explicar el modelo en base a las variables más significativas, por lo cual se examinó el test z-Statistic de cada coeficiente.

La cuantificación de la estimación de los valores de los parámetros (β_i) se obtuvieron al regresionar el modelo con el método elegido, dada la relación entre las variables. Según los resultados del z-Statistic, a un nivel de significancia del 0.10 deduce que no es posible considerar una sobreestimación en los resultados, la ecuación adopta la siguiente forma matemática :

$$\text{CRON} = \beta_0 + \beta_1 \text{DISGASSA} + \beta_2 \text{CIG} + \beta_3 \text{SEX} + \beta_4 \text{PART} + \beta_5 \text{PB} + \beta_6 \text{CUPEVICA} + \beta_7 \text{CERDOMIC} + \beta_8 \text{EDAD} + \beta_9 \text{CLIM} + \beta_{10} \text{TRATDES} + e$$

$$\text{CRON} = 1.089 + 0.8058\text{DISGASSA} + 0.0133\text{CIG} - 0.5803\text{SEX} + 1.0363\text{PAR} - 0.0182\text{PB} - 0.1343\text{CUPEVICA} + 0.2882\text{CERDOMIC} + 0.011\text{EDAD} + 0.1926\text{CLIM} + 0.4104\text{TRATDES}$$

Sx:	(1.5559)	(0.3246)	(0.0078)	(0.3587)	(0.5029)
	(0.0106)	(0.0750)	(0.2453)	(0.0155)	
	(0.3143)	(0.5287)			

z-St:	0.6999	2.4820	1.7111	-1.6178	2.0607
	-1.7161	-1.7895	1.1750	0.7385	
	0.6127	0.7762			

LR statistic (10df) = 25.6735

McFadden R - squared = 0.2029

Total obs = 98

3.6. EVALUACION DEL MODELO

Se cumple con lo esperado de los estudios científicos y de la evidencia empírica respecto al valor de los parámetros en las variables DISGASSA, CIG, PART, PB y CUPEVICA. Sin embargo, respecto a los signos, las coeficientes de las variables PB y CUPEVICA tiene signos opuestos a los que se esperarían, es posible porque para la variable que mide los niveles de plomo en la atmósfera, PB, se han obtenido de fuente secundaria, lo que implica que el dato se ha obtenido en momentos diferentes del tiempo al considerar la recopilación de datos por medio de una encuesta en un momento específico; entonces, no debe interpretarse el signo en términos literales.

En el caso de la variable CUPEVICA, se esperaría que a mayor número de miembros de familia mayor sea el problema de las enfermedades de las vías respiratorias pero como variable no explicaría adecuadamente la relación con la contaminación atmosférica. Además, la obtención del dato de corte transversal, no permite observar correctamente la transmisión por contagio de estas enfermedades.

El valor del intercepto también es el esperado ya que se observa un z-Statistic de 0.6999 y un valor de probabilidad del 0.4839, que para un nivel de confianza del 90% significa que las variables independientes del modelo son las apropiadas para definir los resultados esperados.

Las demás variables explicativas, SEX, CERDOMIC, EDAD, CLIM y TRATDES, si bien no son estadísticamente significativas aportan al modelo para el mejor resultado en el valor de los demás parámetros.

Prueba individual de los parámetros:

$$H_0: \beta_0 = 0, \quad H_0: \beta_1 = 0, \quad H_0: \beta_2 = 0, \quad H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_0: \beta_4 = 0, \quad H_0: \beta_5 = 0, \quad H_0: \beta_6 = 0, \quad H_0: \beta_7 = 0$$

$$H_0: \beta_8 = 0, \quad H_0: \beta_9 = 0, \quad H_0: \beta_{10} = 0$$

$$H_1: \beta_0 \neq 0, \quad H_1: \beta_1 \neq 0, \quad H_1: \beta_2 \neq 0, \quad H_1: \beta_3 \neq 0$$

$$H_1: \beta_4 \neq 0, \quad H_1: \beta_5 \neq 0, \quad H_1: \beta_6 \neq 0, \quad H_1: \beta_7 \neq 0$$

$$H_1: \beta_8 \neq 0, \quad H_1: \beta_9 \neq 0, \quad H_1: \beta_{10} \neq 0$$

La prueba individual, señala que los estimadores son estadísticamente significativos diferentes de cero, para las variables DISGASSA, CIG, PART, PB, y CUPEVICA, según se observa en los valores "Z" calculados y comparados con un valor "Z" de una función de densidad normal estándar con un nivel de significancia del diez por ciento ($\alpha = 0.10$). Es decir, que estos cinco parámetros, indican un valor superior al 1.64 de significancia sobre una muestra de 98 observaciones. Por tanto, si $Z_c > Z_t$, entonces, se rechaza la hipótesis nula. Los estimadores señalados, en forma individual si explican a la variable dependiente definida como la propensión a contraer enfermedades en las vías respiratorias.

Los demás estimadores no son significativamente estadísticos al señalar una probabilidad mayor a 0.10, como las variables SEX, CERDOMIC, EDAD, CLIM y TRATDES. Una posible explicación es que la variable endógena es dicótoma, esta característica, por ejemplo, junto a las variables independientes CLIM, CERDOMIC, TRATES, también de naturaleza dicótoma, no permiten especificar una estructura de rezagos, ya que la contaminación atmosférica y el clima de algún periodo pasado es posible que también afecten la salud de las personas en el presente.

En cuanto a la variable EDAD, es posible que al no considerar a los demás grupos étnicos no se hayan considerado las enfermedades en las vías respiratorias de estos grupos.

Prueba de significancia global de los parámetros:

Estadístico LR statistic (10df)

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = 0$$

$$H_1: \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10} \neq 0, \text{ para cada uno de los } \beta_i$$

En forma conjunta, se prueba con un estadístico LR statistic calculado comparado con el valor de una función de distribución chi cuadrado, χ^2 , al 95% de nivel de confianza y con 10 grados de libertad.

Al determinar el valor de la constante, C, la regresión indica que el LR statistic: 25.67353, v/s χ^2_t : 18.3070, se observa que el LR statistic es mayor que el χ^2_t .

Entonces, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, que conjuntamente todos los parámetros son significativos estadísticamente distintos de cero. Los parámetros, en forma conjunta explican el comportamiento de la variable CRON.

Por tanto, a nivel global hay sustento para el análisis de los parámetros de los test individuales significativos con el test de la prueba conjunta.

Coefficiente McFadden R - squared: medición de la bondad de ajuste

Este coeficiente refleja que el 0.202914 de la probabilidad de la variable CRON está siendo explicada por las variables DISGASSA, CIG, SEX, PART, PB, CUPEVICA, CERDOMIC, EDAD, CLIM y TRATDES.

Para una regresión de datos de corte transversal, este coeficiente de bondad de ajuste del modelo indica que es un modelo aceptable en más del 20%.

Coeficiente R2 de conteo

Este coeficiente relaciona el número de predicciones correctas sobre el total del número de observaciones; entonces se obtiene una medida de la bondad de ajuste del 65.30% como medida referencial del presente modelo.

Según **Gujarati, D (1997)**, dado que los datos son de corte transversal y que la variable endógena es dummy, no permiten evaluar la naturaleza de multicolinealidad.

El autor, sustenta que en la estimación del modelo con una variable dependiente dicótoma, el supuesto de normalidad de los residuos, ϵ_i , no es válido para este tipo de modelo. Sin embargo, el no cumplir con este supuesto de normalidad no es tan crítico ya que las estimaciones siguen siendo insesgadas, porque si el objetivo es la estimación puntual el supuesto de normalidad no tiene importancia.

Maddala, G (1996), afirma que es "costumbre" suponer que la $\text{var}(\epsilon_i) = 1$, puesto que si la variable dependiente es dicótoma sus observaciones se realizan en un proceso binomial cuyas probabilidades están dadas en una función de distribución acumulada, F , donde la distribución de los errores, ϵ_i , es simétrica y cuya distribución acumulada es normal, entonces se aplica el modelo Probit, como es en el caso del modelo de la presente investigación.

- **Respecto a la autocorrelación⁶¹**, gráficamente y mediante los test explicados a continuación se observa la ausencia de autocorrelación de primer o segundo orden.

TEST LM CON UN REZAGO

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

⁶¹ Ver Anexo III: Resultados Econométricos, EViews.

El test compara el TR^2 v/s χ^2 con un grado de libertad.

$TR^2 = 1.945120 < \chi^2 = 3.8414$. Por tanto, se rechaza H_1 , se acepta la hipótesis H_0 : no hay autocorrelación de primer orden.

TEST LM CON DOS REZAGOS

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

El test compara el TR^2 v/s χ^2 con dos grados de libertad.

$TR^2 = 3.442531 < \chi^2 = 5.9914$. Por tanto, se rechaza H_1 , se acepta la hipótesis H_0 : no hay autocorrelación de segundo orden.

En ambos test LM, de primer y segundo orden, las probabilidades son de 0.163114 y 0.178840, ambas mayores a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, lo que indica que no existe autocorrelación .

TEST Q_L J-B PARA UNA MUESTRA PEQUEÑA CON UN REZAGO

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

El Q stat se compara con un χ^2 con un grado de libertad. Es decir,

Q stat: 1.5580 < $\chi^2_1 : 3.8414$. Por tanto, se acepta H_0 , no hay autocorrelación de primer orden.

TEST Q_L J-B, PARA UNA MUESTRA PEQUEÑA CON DOS REZAGOS

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = 0$

$H_1 : \rho_1 \neq 0, \rho_2 \neq 0$

Q stat: 3.7327 < $\chi^2_2 : 5.9914$. Por tanto, se acepta H_0 , no hay autocorrelación de primer y segundo orden.

En ambos test Q_L J-B, con un o dos rezagos las probabilidades son de 0.212 y 0.155, ambas mayores a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, lo cual señala la ausencia de autocorrelación de primer, y segundo orden.

- **Respecto a la heteroscedasticidad,**⁶² los test Arch, con uno o dos rezagos; y el test de White, en sus versiones no cross terms y cross term, explicados a continuación, concluyen que no hay heteroscedasticidad. Es decir que, la variabilidad de los residuos son explicados por las variables endógenas del modelo.

TEST DE ARCH

Al regresionar:

$\varepsilon^2 = C + \varepsilon^2(-1)$, con rezago en un periodo

H₀ : existe homocedasticidad

H₁ : no existe homocedasticidad

Se obtiene que:

TR²: 0.055051 < χ^2 , con 2 grados de libertad, $\alpha = 0.05$: 3.84

Por tanto, se acepta la hipótesis nula, no existe heteroscedasticidad.

Al regresionar:

$\varepsilon^2 = C + \varepsilon^2(-1) + \varepsilon^2(-2)$, con rezago en dos periodos

Se obtiene que:

TR²: 2.300750 < χ^2 , con 2 grados de libertad, $\alpha = 0.05$: 5.99

Por tanto, se acepta la hipótesis nula, existe homocedasticidad.

TEST DE WHITE (NO CROSS TERM)

Al regresionar el modelo:

⁶² Ver Anexo IV, de la presente investigación.

ε^2 C DISGASSA CIG SEX PART PB CUPEVICA CERDOMIC EDAD CLIM

TRATDES , se obtiene que:

H_0 : existe homocedasticidad

H_1 : no existe homocedasticidad

Al obtener TR^2 : 11.91500 < χ^2 , con 15 grados de libertad, y un nivel de significancia del 5% : 24.9958. Se acepta la hipótesis nula, que para White no cross term, no hay heterocedasticidad.

TEST DE WHITE (CROSS TERM)

En esta versión de white, cross term, se obtiene:

TR^2 : 51.977371 < χ^2 , con 60 grados de libertad, $\alpha = 0.05$: 79.0819

Es decir, que se rechaza la hipótesis alternativa de que exista heterocedasticidad.

El modelo econométrico a través del método ML - Binary Probit permite interpretar la probabilidad condicional agregada de ocurrencia con las demás variables explicativas de que el jefe de familia padezca o no de enfermedades en las vías respiratorias.

Entonces, cada coeficiente de la pendiente permite observar la tasa de cambio de la probabilidad condicional de que el evento ocurra, cuando hay un cambio de una unidad en la variable explicativa.

De los resultados de la regresión, las variables DISGASSA, CERDOMIC, CLIM y TRATDES tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de padecer enfermedades en las vías respiratorias. Así, el coeficiente 0.8058 de la variable DISGASSA, significa que, de mantener las demás variables constantes, la probabilidad de gastar en servicios de salud por problemas de enfermedades de las vías respiratorias es mayor en un 80%.

La variable PART, cuyo coeficiente es 1.03638, se interpreta como, de si se mantiene constante todo lo demás, la probabilidad⁶³ de que las partículas de polvo en suspensión causen efectos negativos en las vías respiratorias es del 100%. En esta interpretación, la probabilidad de que la variable CLIM impacte en la salud es mayor al 19%.; y para la variable SEX, la probabilidad de ocurrencia es mayor en las mujeres que en los hombres en un 41.97%

Sin embargo, la probabilidad condicional agregada⁶⁴ de las variables CIG, PART, PB, CUPEVICA, que causan el efecto agregado negativo en la salud es mayor del 89.71%. Si a esta agregación se le añade CLIM y TRATDES la probabilidad de que el entrevistado padezca de enfermedades en las vías respiratorias es del 100%.

⁶³ Ver la siguiente nota de pie de página.

⁶⁴ Considera el valor de los coeficientes de las variables con su propio signo. Gujarati, Damodar argumenta que si los coeficientes son mayores que uno supone una probabilidad igual a uno.

CAPITULO IV

ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS SEGUN VALORACION ECONOMICA DE LOS CAMBIOS EN LA SALUD

Mediante la función dosis - respuesta, del capítulo anterior, ha sido posible conocer cómo se ve afectado un determinado receptor⁶⁵, en este proyecto referida a la salud humana, por la calidad del medio ambiente, dado los distintos niveles de sustancias contaminantes en el aire. Estas funciones, son la base sobre la que se asientan la mayoría de los estudios de impacto ambiental.

De los resultados econométricos obtenidos se evidencia de que existe un efecto agregado positivo entre contaminación atmosférica y la probabilidad de padecer de enfermedades en las vías respiratorias. En este sentido, se realizará la estimación de los beneficios en la salud al disminuir la contaminación atmosférica y su valoración económica mediante el método de los costos evitados para los habitantes del cercado de la ciudad de Piura.

4.1. METODOLOGIA DE LOS COSTOS EVITADOS

Bajo la hipótesis de que la contaminación atmosférica a través de las variables del modelo tienen efectos negativos sobre la salud de la población del cercado de la ciudad de Piura, es importante estimar los costos asociados a estos impactos adversos sobre la salud de la población.

Estos costos pueden clasificarse en:

Costos económicos o costos directos:

Costos médicos directos: de prevención y de tratamiento.

Costos por productividad perdida dada la enfermedad: días de trabajo perdidos.

⁶⁵ Otros receptores son las plantas o el ganado, sobre las cuales es posible utilizar funciones de dosis - respuesta para analizar su afectación ambiental dados los niveles de contaminantes no solo en aire sino en agua y/o suelo.

Costos no económicos, indirectos o subjetivos:

Disminución del nivel del bienestar del individuo por la enfermedad.

Costo de oportunidad por el tiempo perdido.

El presente trabajo de investigación, se centra en el estudio de los costos directos como metodología de estimación de los costos evitados.

4.2. CUANTIFICACION DE LOS BENEFICIOS

La estimación de los beneficios económicos se asocian con la mejora en la salud dada la reducción de la contaminación ya que estos beneficios corresponden a los costos evitados al disminuir los casos de enfermedades respiratorias que se espera disminuir con los menores niveles de contaminación en la atmósfera.

Para el cálculo de los costos evitados por las consultas médicas asume:

Costos por morbilidad de enfermedades respiratorias.

Costos de hospitalización.

Costo por ausentismo laboral.

Se utilizan precios del presente año, para ser utilizados en el periodo de análisis dada la estabilidad de precios en la economía peruana⁶⁶.

La población del proyecto es de 10 489 habitantes, de la cual según la encuesta realizada, el 65.31% manifiesta tener problemas de salud, entre las edades de 24 a 67 años, totalizando 6 850 personas que necesitan de consulta médica por enfermedades respiratorias para su tratamiento. Estas consultas se realizarían en el Hospital Jorge Reátegui Delgado o en el CLAS de Pachitea o en consultorios privados de la zona ámbito del estudio. Es pertinente mencionar que, dada la movilidad de la población es posible que ésta sea atendida para su consulta en otros hospitales, centros de salud y consultorios fuera de la zona.

⁶⁶ Banco Central de Reserva del Perú, Memoria anual 2002, dada la política monetaria adoptada y una tasa de inflación anual acumulada del 1.52%

En cualquier caso, interesa conocer el costo monetario generado. Dado que, en la Seguridad Social como en el Ministerio de Salud, implica la utilización de precios sociales, los cuales no reflejarían el costo real del servicio. Por tanto, en la valoración económica se utilizarán precios privados que reflejen los costos de mercado. Luego, se asignan valores monetarios a los costos evitados, es decir, cuantificar los costos:

A. COSTOS POR MORBILIDAD DE LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Por consulta, en su primera vez, cuesta S/.50.00 Este es el costo promedio por consulta de enfermedades respiratorias en el sector privado. Se toma este coste dada además la reincidencia de la enfermedad que no hace posible el tratamiento continuo, ofertado por el servicio público de salud. Segunda consulta y visitas se valorizan en S/.30.00 nuevos soles, cada una. Se considera el criterio de visita, dos veces máximo al mes en los hospitales de la Seguridad Social o Ministerio de Salud. Por tanto, valorado a precios privados, un promedio mensual de S/.80.00 nuevos soles.

Es decir, $6850 \text{ consultas} \times S/.80.00 \times 12 = S/. 6\,576\,000.00 \text{ n.s.}$

Gasto mínimo⁶⁷ postconsulta = $S/.10.00 \times 6850 \times 12 = S/.822\,000.00 \text{ n.s.}$

Costo total en consulta y medicamentos: $S/. 7\,398\,000.00 \text{ n.s.}$

B. COSTOS DE HOSPITALIZACIÓN

Dado que no fue posible determinar mediante la encuesta el porcentaje del total de consultas por enfermedades respiratorias que derivan en hospitalización; es posible aproximar esta cifra por el número de altas hospitalarias por enfermedades respiratorias obtenidas de ESSALUD, Gerencia Nacional de Salud, Hospital Cayetano Heredia, dado que en este nosocomio se realizan operaciones en este servicio transferidas del Hospital II Jorge Reátegui Delgado.

⁶⁷ Se ha considerado este monto, dada la variabilidad de enfermedades y la utilización de fármacos post consulta. Asume el mínimo del 10% de gastos en medicamentos por hospitalización.

En el servicio de hospitalización, para el año 2002, en atención a bronquitis crónica, asma e infecciones agudas de vías respiratorias 1 065 casos terminan en hospitalización. Por tanto, el porcentaje asciende a 4.826% del total de casos por este diagnóstico. Se supone que, este porcentaje es el mismo que el sector privado. Entonces, el número de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias asciende a:

$6850 \text{ consultas} \times 4.826\% = 330.61$ Es decir, 331 casos por hospitalización

Costo de hospitalización promedio en el sector privado:

S/. 115.00 diario x 5 días = S/.575.00 Este costo incluye gastos clínicos; en análisis internamiento, sala de operación y medicina. Así también, en gastos por honorarios profesionales: intervencionista, anestesiólogo, asistente y rotante. Además, gastos de alimentación. Es preciso indicar que este costo es muy variable dependiendo donde se recibe el tratamiento, el tiempo de hospitalización; así como la gravedad de la enfermedad.

Costo promedio de sala de operaciones: S/.400.00

Costos promedio de análisis de laboratorio: S/. 115.00 Obviamente, estos costos están en función de la enfermedad a tratar, los mismos que se distribuyen en:

Examen de orina: S/.10.00

Urocultivo: S/.30.00

Rayos X: S/.30.00

Cultivos de secreción, faringe, nariz: S/.30.00

Hemograma: S/.15.00 nuevos soles

Costo de los fármacos: el costo varía según la utilización del medicamento genérico o comercial, en promedio, S/.100.00 nuevos soles.

Otros costos e imprevistos : S/. 50.00

Costo total por hospitalización: S/.1 240.00

Entonces, esta cifra multiplicada por el total de admisiones hospitalarias:

$331 \times S/.1\,240.00 = S/.\,410\,440.00$, es el costo evitado en nuevos soles para el año 2002

C. CUANTIFICACION DEL COSTO POR AUSENTISMO LABORAL

En este caso se supone que los ingresos perdidos reflejan las pérdidas en productividad por los días no trabajados.

El estudio asume que los jefes de familia están en edad de trabajar Sin embargo, es necesario deducir que porcentaje del total de consultas corresponden a personas que trabajan actualmente. Según la muestra del estudio, el 90.82% corresponde a personas en edad adulta que pertenecen al mercado laboral.

Utilizando este porcentaje se tiene que 300 es el número de hospitalizaciones evitadas, que corresponde a adultos en edad laboral; y 6 221 es el total de consultas evitadas por enfermedades respiratorias que no resulten en hospitalización.

Se requiere conocer cuantos días promedio está un paciente internado, se excluye del análisis las enfermedades cancerosas en el sistema respiratorio, que en promedio, asciende a siete días.

De este total se considera cinco días laborales; entonces, el número total de días laborales perdidos por hospitalización debido a enfermedades respiratorias que se hubiera evitado en el año de estudio es de 1 500 días.

Así también, bajo el supuesto que las consultas por enfermedades respiratorias de adultos que no resulten en hospitalización corresponden en promedio de 5 días laborales. Es decir, que el número de días laborales perdidos por este concepto que se hubiera evitado en el año 2002 asciende a 31 105 días

Para valorar los días perdidos se utiliza el ingreso proveniente del trabajo por día para el año 2002, según los datos de la encuesta, el promedio de estas rentas,

tomando un promedio ponderado por categorías de remuneración según actividad, asciende a S/.37.54 diarios.

Por tanto el costo evitado por ausentismo laboral es de S/. 1 223 991.70 nuevos soles. El Cuadro 4.1., resume el total de costos en estos tres rubros:

CUADRO 4.1
ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS EN SALUD,
ASOCIADOS CON LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION .
PIURA, 2002

Costos evitados en consultas por enfermedades respiratorias y medicamentos	S/. 7 398 000.00
Costo evitado en hospitalizaciones	S/. 410 440.00
Costo evitado por ausentismo laboral	S/. 1 223 991.70
Costo total evitado	S/. 9 032 431.70

Fuente: Elaboración propia

Este monto total de costo evitado dolarizado, tomando como referencia el tipo de cambio, bancario venta, promedio del periodo, para el año 2002: S/.3.52 nuevos soles por dólar⁶⁸ asciende a US \$ 2 566 031.70 dólares.

⁶⁸ Banco Central de Reserva del Perú. Anexos Estadísticos, Memoria anual 2002

Al realizar un análisis comparativo con las cifras del Presupuesto de la Región Piura, para el año 2003, se deduce que, del gasto total presupuestado⁶⁹, cuyo monto asciende a S/.553 000 000.00 , ó US \$ 157 102 272.73 dólares, corresponde el 1.63% del total de los costos evitados por enfermedades en las vías respiratorias dado el problema de la contaminación atmosférica.

Sin embargo, al considerar, solamente los gastos de capital para la Región Piura, cuyo monto asciende a S/. 147 600 000.00 ó US \$ 41 931 818.18 el porcentaje se incrementa a 6.12%, el costo total evitado por los problemas de la contaminación y sus efectos negativos en la salud humana.

⁶⁹Presidencia de la Comisión de Presupuesto y Cuenta General de la República. "Presupuesto Público Descentralizado Región Piura", Lima, 2003.

CAPITULO V

FORMULACION DEL PROGRAMA AMBIENTAL

La cuantificación de los costos en salud, realizada en el capítulo anterior, proporciona para los responsables de la política ambiental la información pertinente para evaluar los beneficios potenciales en la salud humana al disminuir los niveles de contaminación. La economía como ciencia social sustenta, para efectos del presente proyecto, que los recursos económicos destinados a la disminución de la contaminación son limitados, por tanto, el diseño de políticas y la priorización de sus objetivos se sustentan en estimaciones de los costos y beneficios realizados.

El Perú ha realizado, durante los últimos años, importantes esfuerzos tendientes a mejorar su capacidad de gestión en materia ambiental e incorporar los conceptos del desarrollo sostenible dentro de las políticas del sector. La presente investigación, en el Capítulo V, enfoca los lineamientos, ventajas y limitaciones de un Programa de Acción Ambiental.

La planificación del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad del aire requiere de acciones sostenidas de mediano y largo plazo que permitan sustentar objetivos que prioricen los proyectos que benefician, en términos de sustentabilidad, a la ciudad de Piura.

Por tanto, el objetivo es aportar elementos para la toma de decisiones, a través del conocimiento de líneas de acción y experiencias particulares, cuyo intercambio pueda beneficiar la política y gestión de los propios vecinos, y la identificación de temas comunes que puedan constituir en participación ciudadana.

5.1 LINEAMIENTOS DEL PROGRAMA DE ACCION AMBIENTAL

El Programa se basa en tres líneas básicas respecto al saneamiento ambiental, a la educación para la conservación del ambiente, y respecto al apoyo a la política económica para la gestión ambiental. En ellos se sintetizan los lineamientos de acción

para las instituciones públicas, así como los proyectos de cooperación técnica, de inversión y de fortalecimiento institucional seleccionados para el corto y mediano plazo. Así también, se presentan perfiles de proyectos que servirán de base a los estudios de pre-inversión.

La ejecución del programa se ha asignado a instituciones públicas y privadas. Sobresalen por sus responsabilidades y amplitud de participación el Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Ministerio de la Presidencia, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Industria, el Gobierno local y el Gobierno Regional. Para la implementación de las políticas se considera fundamental la participación, del Ministerio de Economía y Finanzas y el Ministerio de Relaciones Exteriores, Universidades; entre otros organismos públicos y privados competentes.

Además, la ejecución se hará en función de los objetivos de cada ministerio competente en la coordinación, gestión y seguimiento del programa. Se intenta crear además una comisión o grupo interinstitucional de alto nivel integrado por las instituciones partícipes en el programa, que persiga la incorporación de consideraciones ambientales en la política local, regional y nacional.

Este programa proveerá cooperación técnica para crear y fortalecer las instituciones que implementarán el Plan. Generará las bases normativas, los incentivos y los instrumentos concretos para canalizar los esfuerzos públicos y privados hacia el estilo de desarrollo sostenible y a la mayoría de la calidad de vida actual y futura.

El programa será ejecutado por instituciones nacionales con apoyo de agencias internacionales de cooperación. Los lineamientos del programa de acción ambiental son los siguientes:

- Diseño de una estrategia integral de la gestión de la calidad del aire.
- Pavimentación de las calles y arborización en la periferia de la ciudad para lo cual se requiere estimar la reducción de emisiones de partículas, de los beneficios y de los costos "netos" de reducir emisiones por pavimentar y arborizar la ciudad.

- Catastro de fuentes emisoras de la contaminación atmosférica e inventario real de emisiones, implica además, la medición permanente de la calidad del aire sobre los niveles de contaminación y por contaminantes emitidos por fuentes fijas y móviles.
- Adquisición e instalación de una red de monitoreo para PTS y PM2.5 de responsabilidad de la Municipalidad de Piura para la mitigación de emisiones de partículas totales en suspensión sobre la ciudad de Piura.
- Adquisición de unidades vehiculares que utilicen gasolina ecológica o sus alternativos.
- Administración de transporte privado y público para la observación de la calidad del aire sobre la ciudad de Piura.
- Vigilancia ambiental en la salud de la población de contaminantes atmosféricos bajo responsabilidad del Ministerio de Salud.
- Descentralización y participación ciudadana y autogestión.
- Establecimiento de líneas de investigación ambiental para las universidades de la localidad.
- Alianza estratégica con ONG's, universidades y organismos de desarrollo privados para garantizar la continuidad del programa.
- Mejoramiento de la información sobre patrones de consumo para incorporarla en el proceso industrial ambiental.
- Control de la contaminación atmosférica transfronteriza para evitar las emisiones a la atmósfera a nivel internacional del parque automotor y el mejoramiento de la calidad ambiental de los combustibles.

5.1.1. RESPECTO AL SANEAMIENTO AMBIENTAL

Sistema Local de Información Ambiental. Se formará una red de instituciones que generen información relacionada al medio ambiente. Se estructura sobre la base de un programa de temas claves para su monitoreo, previsión, gestión y difusión pública. La red computarizada propuesta funcionará con una institución responsable y ésta con el CONAM.

El proyecto del sistema local de información ambiental tendrá financiamiento de la cooperación técnica cuyo financiamiento asciende a US\$ 260 900 de los cuales, el 80% es de origen externo, US\$ 208 720; y, el 20% es de fuentes internas en US\$ 52 180.

Control de la Calidad del Aire. Comprende la implementación de un Sistema de Requerimiento y Control de la Contaminación Atmosférica el cual consiste en acciones para el monitoreo de la calidad del aire a nivel local y regional inmersa en el Plan de Acción de la Calidad del Aire⁷⁰ que realiza CONAM, GESTA y MINSA - DIGESA en la ciudad de Piura mediante la medición por contaminantes de fuentes fijas y móviles. Así también de la ejecución de otras instituciones como el SENAMHI y la Municipalidad Provincial de Piura.

El proyecto del control de la calidad del aire tendrá financiamiento de la cooperación técnica cuyo financiamiento asciende a US\$ 20 000 de los cuales, el 80% es de origen externo, US\$ 16 000; y, el 20% es de fuentes internas en US\$ 8 000.

Junto con el programa del *Control de la Calidad del aire*, se requiere de otros programas conjuntos integrales como por ejemplo de Plantas de Tratamiento de Efluentes Líquidos Urbanos que también contribuyen al deterioro ambiental mediante el desarrollo de Tecnologías Apropriadas para la Disposición y/o Tratamiento de estos Efluentes. Así también, el manejo ambiental de los residuos sólidos de la ciudad de Piura, por los contaminantes que se derivan a la atmósfera.

⁷⁰ Desde noviembre de 1999, el Grupo de Estudio Técnico Ambiental, GESTA, fue creado para la definición de estándares de la calidad del aire. Los planes de acción de la calidad del aire son parte de la estrategia del CONAM. La definición de los instrumentos para la elaboración de los diagnósticos y el monitoreo corresponde al DIGESA..

5.1.2. RESPECTO A LA EDUCACION PARA LA CONSERVACION DEL AMBIENTE

El programa se basa en dos proyectos orientados para:

- Inspirar a la población una actitud consciente hacia el desarrollo sostenible.
- Incentivar un comportamiento responsable, ético e imparcial. Los proyectos incorporan la enseñanza formal y no formal y la participación social organizada.

La educación ambiental formal, mediante la coordinación de los organismos públicos responsables del medio ambiente como CONAM, Ministerio de Educación a través de la Dirección Regional de Educación, y la Universidad Nacional de Piura.

Este proyecto es de naturaleza estratégica y busca la actualización del personal docente para desarrollar en las nuevas generaciones la capacidad de actuar en forma responsable frente al entorno natural y comprende tres subproyectos:

- Capacitación, integración curricular y metodología para maestros y profesores de enseñanza media y técnica.
- Capacitación de profesores de institutos de formación docente e integración curricular.
- Diseño y elaboración de materiales didácticos e informativos.

El proyecto de la educación ambiental formal tendrá financiamiento de la cooperación técnica cuyo financiamiento asciende a US\$ 58 400 de los cuales, el 80% es de origen externo, US\$ 46 720; y, el 20% es de fuentes internas en US\$ 11 680.

La educación ambiental no formal, mediante la utilización de trípticos, volantes, campañas a la fábricas y empresas, visitas comunales. Este proyecto complementa al anterior, a través del uso de medios masivos de comunicación, de una promoción organizada, y de una participación social orgánica, informada y responsable.

Su propósito es generar nuevos valores en la ciudadanía piurana para la conservación del medio ambiente. La participación ciudadana que se promueve debe incluir roles que el estado no puede asumir. Se capacitará personal para conducir la educación no formal sobre la conservación de la naturaleza y la calidad ambiental; la promoción de la investigación científica; y la promoción social para el cuidado del aire.

Los organismos responsables serán el CONAM, Ministerio de Educación a través del Instituto Nacional de Cultura, Organismos No Gubernamentales Ambientalistas y de Desarrollo.

El proyecto de la educación ambiental no formal tendrá financiamiento de la cooperación técnica cuyo financiamiento asciende a US\$ 100 000 de los cuales, el 80% es de origen externo, US\$ 80 000; y, el 20% es de fuentes internas en US\$ 20 000.

5.1.3. RESPECTO AL APOYO A LA POLITICA ECONOMICA PARA LA GESTION AMBIENTAL

En este ítem los lineamientos del programa deben considerar los criterios de inversión, creación de mercados para la inversión privada, esquemas de subsidios cruzados e incrementos en el precio de la gasolina en los términos siguientes:

Inversión, en previsión y control de la contaminación. Costeo de operación de programas, infraestructura y sistemas. Estos costos deben transferirse al contaminador o beneficiario de los servicios ambientales para incorporar las externalidades económicas y sociales a sus causantes y para lograr un manejo autosuficiente del programa.

Creación de un mercado económico para la inversión privada, que desarrolle la demanda de servicios de mejoramiento ambiental mediante un esquema de financiamiento que permita recuperar la inversión vía créditos para efectivizar el programa.

Establecer esquemas de subsidios cruzados, entre el programa ambiental para compensar la desigualdad entre los grupos sociales. Por ejemplo, quien se desplaza en un auto particular contamina más que aquella persona que utiliza un medio de transporte

colectivo; entonces, el primero debe pagar el costo proporcional mayor al esfuerzo del saneamiento atmosférico para cumplir el principio de "el que contamina paga".

Incrementar el precio de la gasolina contaminante, para aumentar el consumo de la gasolina ambiental.

Además, respecto al apoyo a la política económica para la gestión ambiental, se debe considerar el proyecto de la ***Creación del Sistema Regional de Cuentas Ambientales***, este programa creará un sistema de cuentas ambientales de recursos ambientales. Se delineará los componentes principales de un sistema regional de contabilidad ambiental que permita evaluar mejor los problemas y políticas ambientales locales y nacionales. Los componentes a contabilizar se han seleccionado de acuerdo a la importancia económica, a la importancia del manejo ambiental y a la disponibilidad de información sobre el mismo.

Los organismos públicos responsables serán el CONAM, y las Oficinas descentralizadas del Banco Central de Reserva del Perú, Ministerio de la Producción, y, Ministerio de Economía y Finanzas.

El proyecto de la creación del Sistema Regional de Cuentas Ambientales tendrá financiamiento de la cooperación técnica cuyo financiamiento asciende a US\$ 40 000 de los cuales, el 80% es de origen externo, US\$ 32 000; y, el 20% es de fuentes internas en US\$ 8 000.

5.2 VENTAJAS DEL PROGRAMA

El programa aporta al Consejo Ambiental Regional, CAR - Piura, que en el Plan de Acción Ambiental Piura 2000 - 2010. El CAR, define planes y programas cuya misión es el uso sostenible de los ecosistemas y la mejora de la calidad de vida de la población piurana. El Plan, en el **Frente Marrón, Fomento a la Calidad Ambiental**, presenta como resultado esperado, un mejor saneamiento ambiental mediante el tratamiento eficaz de residuos urbanos e industriales; y como línea de acción sólo el control de emisiones de gases tóxicos del cual se pretende disminuir el 50% de índices

específicos de contaminación ambiental urbana. Y que, en el **Frente Azul, Construcción Participativa de una Cultura Ambiental Regional**, el Plan, presenta como resultado esperado, la mayor valoración del ambiente y mayor participación en la problemática ambiental, mediante la capacitación y campañas de difusión a la comunidad.

El programa contiene perfiles de proyectos, que permiten enfocar la intencionalidad de sus objetivos que permita el desarrollo de las actividades cotidianas de los habitantes de la ciudad de Piura, dada las mejoras en la calidad del aire.

La participación ciudadana, en forma democrática de todos sus integrantes como forma de organización civil. Es decir, que la participación es de carácter organizativo de la población a través de sus representantes mediante instituciones sólidas y comprometidas por el bienestar de la población.

5.3 LIMITACIONES DEL PROGRAMA

Limitaciones políticas, para ejecutar el programa se requiere analizar, conjuntamente, la política nacional ambiental del CONAM. La toma de decisiones en la región y ciudad de Piura dependerán de esta limitación de carácter político.

Limitaciones financieras, la ejecución de los proyectos requiere de cooperación técnica y financiera nacional e internacional. Es prioritario conseguir financiamiento para llevar a cabo los esfuerzos del programa. Es importante obtener recursos financieros que permitan cubrir los costos de la aplicación de las medidas expuestas en el ítem 5.1., del presente capítulo.

El financiamiento vía autogeneración de ingresos es aplicable ante esta limitación mediante los principios de equidad ambiental como el "que contamina paga"; el "costo por mantener bajo el nivel de emisiones y la remediación del daño que genera". Así también, del principio "el que se beneficia de un servicio ambiental debe pagar el costo de su dotación".

CONCLUSIONES

- Se ha realizado un estudio de microescala en el cercado de la ciudad de Piura de los niveles de partículas como el plomo y polvo en suspensión; y su relación directa con los índices de morbilidad sobre las vías respiratorias de la población piurana.
- De los resultados econométricos, según el valor del intercepto no es estadísticamente significativo para una distribución z-Statistic por lo que las variables endógenas explican el problema de las enfermedades en las vías respiratorias. El intercepto relaciona otras variables cuya etiología es difícil de establecer ya que muchos signos y síntomas no son específicos y es difícil realizar diagnósticos diferenciales. Además, el desafío es mayor por las manifestaciones similares de los contaminantes y su semejanza con los efectos de la influenza, el resfriado común y las alergias. Muchos efectos también pueden asociarse, independientemente o en conjunto, con el estrés, las presiones del trabajo y malestares pasajeros.
- De los resultados econométricos obtenidos del modelo ML - Binary Probit, se evidencia un efecto agregado positivo entre contaminación atmosférica y la probabilidad condicional agregada de padecer de enfermedades en las vías respiratorias. Las variables distribución gasto promedio familiar en salud, cercanía del domicilio a fábricas o áreas verdes, clima y tratamiento de los desechos sólidos tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de padecer enfermedades en las vías respiratorias. El coeficiente 0.8058 de la variable distribución gasto promedio familiar en salud, se interpreta que, de mantener las demás variables constantes, la probabilidad de gastar en servicios de salud por problemas de enfermedades de las vías respiratorias es mayor en un 80%.
- La variable: utiliza frecuentemente escoba para la limpieza del hogar, cuyo coeficiente es 1.03638, significa que, si se mantiene constante todo lo demás, la probabilidad de que las partículas de polvo en suspensión causen efectos negativos en las vías respiratorias es del 100%. En esta interpretación, la

probabilidad de que la variable clima impacte en la salud es mayor al 19%.; y para la variable sexo, la probabilidad de ocurrencia es mayor en las mujeres que en los hombres en un 41.97%.

- La probabilidad condicional agregada de las variables: número de cigarros que fuma en promedio por semana, utiliza con frecuencia escoba para la limpieza del hogar, el nivel de partículas de plomo según áreas de residencia y, cuántas personas viven en casa; que caucen el efecto agregado negativo en la salud es mayor del 89.71%. Si a esta agregación se le añade las variables clima y tratamiento de los desechos sólidos, la probabilidad de que el entrevistado padezca de enfermedades en las vías respiratorias es del 100%.
- El monto total del costo total evitado asciende a S/. 9 032 431.70 equivalente a US \$ 2 566 031.70 Al analizar comparativamente con las cifras del Presupuesto de la Región Piura, para el año 2003, corresponde el 1.63% del total de los costos evitados respecto al monto del gasto total, cuyo monto presupuestado es de S/.553 000 000.00 nuevos soles.
- Al considerar, solo los gastos de capital para la Región Piura, el costo total evitado se incrementa a 6.12% dado el problema de la contaminación y sus efectos negativos en la salud humana.
- La solución a los problemas ambientales, provocados por los contaminantes no puede ser exclusivamente técnica sino que descansa en una acción integral de aspectos sociales, económicos y legales; teniendo en cuenta, las diferentes actividades económicas de la ciudad. Asimismo, que las acciones no sólo deberán darse a nivel microeconómico, empresas y familias, sino que se requiere acciones a nivel macroeconómico, político normativo y administrativo.
- El crecimiento de la población y el incremento del parque automotriz plantea la realización de un programa de salud ambiental para lo cual se requiere de acciones de corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, las medidas de corto plazo contribuyen marginalmente a disminuir los índices de contaminación. Las

decisiones de largo plazo, implican analizar el modelo de desarrollo diseñado por el Consejo Nacional del Ambiente, CONAM.

- Los lineamientos del programa de acción ambiental se diseñan en una estrategia integral de la gestión de la calidad del aire como la pavimentación de las calles y arborización en la periferia de la ciudad.
- Los lineamientos del programa de acción ambiental se diseñan en una estrategia integral basados en tres líneas respecto al saneamiento ambiental, a la educación para la conservación del ambiente, y al apoyo a la política económica para la gestión ambiental. Incorpora la acción de las instituciones públicas y privadas, y de la cooperación técnica, así como los perfiles de proyectos que servirán de base a los estudios de pre-inversión.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de los niveles de plomo en niños mediante análisis en sangre y estructura ósea, respectivamente, dada la concentración de plomo en lugares específicos. La OMS diagnostica que más del 80% de todas las muertes en los países en desarrollo son atribuibles a infecciones pulmonares por contaminación atmosférica, estas generalmente ocurren entre niños menores de cinco años. Así también, La contaminación atmosférica en los países en desarrollo es responsable de al menos 50 millones de casos de tos crónica entre los menores de 14 años.
- Realizar estudios de las partículas de plomo en zonas rurales, sobre los cultivos, y el ganado, en épocas de crecimiento y en el uso de fertilizantes.
- Realizar también estudios sobre contaminantes biológicos, como los aerosoles, que pueden provocar alergias en los individuos susceptibles. El moho, las pinturas, e inclusive el polen de plantas, son algunos de ellos.
- Realizar un catastro de fuentes emisoras de la contaminación atmosférica, inventario y vigilancia ambiental. Además, de la adquisición e instalación de una red de monitoreo para PTS de responsabilidad de la Municipalidad de Piura; así como, el control de vehículos, de transporte público y privado, para que utilicen gasolina ecológica.
- Mejorar la calidad de la información para que la población comprenda el problema ambiental. Además, promover una participación real de la sociedad en el sistema de gestión de la calidad del aire mediante políticas de descentralización y de autogestión.

ANEXOS

ANEXO I: ENCUESTA SOBRE SALUD Y CONTAMINACION

ANEXO II: RESULTADOS ESTADISTICOS, SPSS FOR WINDOWS

ANEXO III: RESULTADOS ECONOMETRICOS, E-VIEWS

ANEXO IV: DELIMITACIÓN ZONA AMBITO DE ESTUDIO

ANEXO IV:
DELIMITACIÓN ZONA AMBITO DE ESTUDIO

FUENTE: PLANO URBANO DE LA CIUDAD DE PIURA

Año 2000

Escala 1/10000

Instituto Nacional de Desarrollo Urbano

Concejo Provincial de Piura

ANEXO I
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACION Y SALUD, FEBRERO DEL 2003

I. DATOS GENERALES DEL JEFE DE FAMILIA

1. APELLIDOS Y NOMBRES

.....

2. EDAD :años

3. SEXO: Masculino () Femenino ()

4. GRADO DE INSTRUCCION:

Primaria () Secundaria () Superior ()

5. INGRESO DEL JEFE DE LA FAMILIA:

Menos de S/.1,000.00 () Entre 1,000.00 - 1,500.00 ()

Entre 1,501.00 - 2,500.00 () Entre 2,501.00 - 3,500.00 ()

Más de 3,500.00 ()

6. DOMICILIO: (Urb./AA.HH/Zona - Calle/Jirón - Número)

.....

7. DESDE CUANDO HABITA EN EL DOMICILIOaños

8. CERCANIA DEL DOMICILIO A:

Areas verdes () Cruce de avenidas () Fábrica (),

¿Cuál fábrica?.....

Otros.....

9. MEDIO DE TRANSPORTE HACIA EL TRABAJO:

Micro (combi) () Mototaxi () Auto particular () Taxi ()

Otros

A pie () si va a pie, continúe la siguiente pregunta

II. DATOS GENERALES DEL JEFE DE FAMILIA

10. ¿PADECE USTED DE ENFERMEDADES CRÓNICAS?

Sí () , **si la respuesta es SI continúe 11**

No () , **si la respuesta es NO continúe 12**

No Sabe ()

11. ¿DESDE CUANDO PADECE ESTAS ENFERMEDADES CRONICAS?

.....años

12. ¿DURANTE EL 2002 (enero a diciembre) HA SUFRIDO ALGUNA ENFERMEDAD RESPIRATORIA?

Sí () No () No Sabe ()

13. DURANTE EL 2002 (enero a diciembre), QUE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS LE DIAGNOSTICARON:

Rinitis Alérgica () Faringitis () Asma ()

Otros

14. SUFRE DE ASMA:

Sí (), si la respuesta es SI continúe pregunta 21

No (), si la respuesta es NO continúe pregunta 22

No Sabe ()

15. ALGUNA VEZ HA SIDO TRATADO DE ASMA:

Sí () No () No Sabe ()

III. ANTECEDENTES PERSONALES Y FAMILIARES

16. ¿TRABAJA USTED ACTUALMENTE?: Sí () No ()

17. ¿QUE TIPO DE ACTIVIDAD DESEMPEÑA?

Gerencial: ()

Profesional: Agrícola () Pesquería () Industrial () Minería () Oficina ()

Empleado: Agrícola () Pesquería () Industrial () Minería () Oficina ()
Ventas ()

Obrero: Agrícola () Pesquería () Industrial () Minería ()

Trabajador independiente:

Artisanal:

18. ¿COMO DISTRIBUYE SU GASTO FAMILIAR? En:

respuesta en nuevos soles o en porcentajes del ingreso mensual:

CONCEPTO	MONTO EN SOLES	PORCENTAJES
ALIMENTACIÓN		
VIVIENDA Y SERVICIOS		
TRANSPORTE		
VESTIMENTA		
SALUD		
EDUCACIÓN		
OTROS		

Especificar otros: (en montos o porcentajes):

.....

19. CONSIDERA QUE SU TRABAJO ES UNA ACTIVIDAD CONTAMINANTE?

Sí () No () No Sabe ()

20. FUMA USTED:

Sí () No (), **si la respuesta es Si:**

Cuántos cigarros a la semana, en promedio, fuma en casa:

Cuántos cigarros a la semana, en promedio, fuma fuera de casa:

Otros

IV. INFORMACION AMBIENTAL

21. CUANTAS PERSONAS VIVEN EN CASA

(incluido usted).....personas

22. CUANTOS DORMITORIOS HAY EN CASA**dormitorios**

23. QUE TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZA PARA COCINAR:

Gas () kerosene () Leña () Carbón ()

Otros

24. QUE EMPLEAN FRECUENTEMENTE PARA LIMPIAR LA VIVIENDA:

Escoba () Trapo húmedo () Aspiradora ()

Otros

25. TRATAMIENTO DE LA BASURA:

Queman basura (la familia): Sí () No ()

Queman basura (los vecinos): Sí () No ()

ANEXO II
RESULTADOS ESTADISTICOS, SPSS FOR WINDOWS

Edad

		Frequenc	Percen	Cumulativ Percen
Valid	24	1	1.0	1.0
	25	2	2.0	3.1
	26	2	2.0	5.1
	27	1	1.0	6.1
	28	2	2.0	8.2
	29	3	3.1	11.2
	30	2	2.0	13.3
	31	2	2.0	15.3
	32	2	2.0	17.3
	35	8	8.2	25.5
	36	4	4.1	29.6
	37	2	2.0	31.6
	38	3	3.1	34.7
	40	8	8.2	42.9
	41	3	3.1	45.9
	42	5	5.1	51.0
	43	3	3.1	54.1
	44	1	1.0	55.1
	45	3	3.1	58.2
	46	1	1.0	59.2
	47	5	5.1	64.3
	48	4	4.1	68.4
	49	3	3.1	71.4
	50	8	8.2	79.6
	51	1	1.0	80.6
	52	6	6.1	86.7
	54	1	1.0	87.8
	56	2	2.0	89.8
	57	1	1.0	90.8
	58	2	2.0	92.9
	59	1	1.0	93.9
	60	1	1.0	94.9
	62	1	1.0	95.9
	63	1	1.0	96.9
	65	1	1.0	98.0
	66	1	1.0	99.0
	67	1	1.0	100.0
	Total	98	100.0	
Total		98	100.0	

Pb

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	12	1	1.0	1.0	1.0
	90	3	3.1	3.1	4.1
	100	9	9.2	9.2	13.3
	110	6	6.1	6.1	19.4
	115	16	16.3	16.3	35.7
	120	17	17.3	17.3	53.1
	125	16	16.3	16.3	69.4
	130	11	11.2	11.2	80.6
	140	15	15.3	15.3	95.9
	150	1	1.0	1.0	96.9
	153	3	3.1	3.1	100.0
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

¿Cuánto gasta en salud, promedio mensual?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Menos de S/.500	58	59.2	59.2	100.0
		40	40.8	40.8	40.8
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

limpieza del hogar: ¿Usa frecuentemente escoba?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	10.9	11.2	11.2
	Sí	77	76.2	78.6	89.8
	No	10	9.9	10.2	100.0
	Total	98	97.0	100.0	
Missing	System Missing	3	3.0		
	Total	3	3.0		
Total		101	100.0		

sexo

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Femenino	30	30.6	30.6	30.6
	Masculino	68	69.4	69.4	100.0
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

Cercanía del domicilio a

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Areas verdes	36	36.7	36.7	36.7
	Cruce de avenidas	53	54.1	54.1	90.8
	Fábricas	6	6.1	6.1	96.9
	Otros	3	3.1	3.1	100.0
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

¿Cuántos cigarros fuma por semana?

	Frequenc	Percen	Cumulativ Percen
Valid		71.4	71.4
1	1	1.0	72.4
2	2	2.0	74.5
3	2	2.0	76.5
4	2	2.0	78.6
5	2	2.0	80.6
6	2	2.0	82.7
7	3	3.1	85.7
8	2	2.0	87.8
9	1	1.0	88.8
10	2	2.0	90.8
12	1	1.0	91.8
15	1	1.0	92.9
18	1	1.0	93.9
20	3	3.1	96.9
23	1	1.0	98.0
42	1	1.0	99.0
61	1	1.0	100.0
Total	98	100.0	
Total	98	100.0	

¿Cuántas personas viven en casa, incluido usted?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
1	1	1.0	1.0	1.0
2	4	4.1	4.1	5.1
3	19	19.4	19.4	24.5
4	21	21.4	21.4	45.9
5	22	22.4	22.4	68.4
6	12	12.2	12.2	80.6
7	10	10.2	10.2	90.8
8	2	2.0	2.0	92.9
9	2	2.0	2.0	94.9
10	4	4.1	4.1	99.0
13	1	1.0	1.0	100.0
Total	98	100.0	100.0	
Total	98	100.0		

¿Quema basura la familia?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sí	3	3.1	3.3	3.3
	No	88	89.8	96.7	100.0
	Total	91	92.9	100.0	
Missing	System Missing	7	7.1		
	Total	7	7.1		
Total		98	100.0		

clima

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	noviembre a abril	38	38.8	38.8	38.8
	mayo a octubre	60	61.2	61.2	100.0
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

trabaja usted actualmente

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	9	9.2	9.2	9.2
	Sí	89	90.8	90.8	100.0
	Total	98	100.0	100.0	
Total		98	100.0		

Statistics

	N		Mean	Std. Deviation
	Valid	Missing		
¿Cuánto gasta en salud, promedio mensual?	98	0		
¿cuántos cigarros fuma por mes?	98	0	13.87	35.16
sexo	98	0	.69	.46
Limpieza hogar: ¿Usa escoba frecuentemente?	98	0	.89	.32
Pb	98	0	122.13	13.82
¿Cuántas personas viven en casa, incluido usted?	98	0	4.99	2.07
Cercanía del domicilio a	98	0		
Edad	98	0	43.05	10.13
clima	98	0	.61	.49
¿familia quema basura?	98	0	.10	.30

ANEXO III

RESULTADOS ECONOMETRICOS, E-VIEWS

CRON = f (DISGASSA, CIG, SEX, PART, PB, CUPEVICA, CERDOMIC, EDAD, CLIM, TRATDES)

ependent Variable: CRON Method: ML - Binary Probit Date: 10/08/03 Time: 18:07 Sample: 1 98 Included observations: 98 Convergence achieved after 4 iterations Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	1.089127	1.555948	0.699976	0.4839
DISGASSA	0.805854	0.324674	2.482036	0.0131
CIG	0.013368	0.007812	1.711172	0.0870
SEX	-0.580343	0.358720	-1.617818	0.1057
PART	1.036386	0.502916	2.060755	0.0393
PB	-0.018270	0.010645	-1.716182	0.0861
CUPEVICA	-0.134372	0.075088	-1.789513	0.0735
CERDOMIC	0.288278	0.245336	1.175035	0.2400
EDAD	0.011514	0.015590	0.738541	0.4602
CLIM	0.192649	0.314388	0.612773	0.5400
TRATDES	0.410425	0.528758	0.776205	0.4376
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.445085	Akaike info criterion		1.253577
Sum squared resid	17.23479	Schwarz criterion		1.543726
Log likelihood	-50.42527	Hannan-Quinn criter.		1.370936
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.514544
LR statistic (10 df)	25.67353	McFadden R-squared		0.202914
Probability(LR stat)	0.004205			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (PB)

Dependent Variable: CRON Method: ML - Binary Probit Date: 10/08/03 Time: 18:05 Sample: 1 98 Included observations: 98 Convergence achieved after 4 iterations Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	3.062172	1.088598	2.812950	0.0049
PB	-0.021418	0.008637	-2.479633	0.0132
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.465920	Akaike info criterion		1.266487
Sum squared resid	20.83984	Schwarz criterion		1.319241
Log likelihood	-60.05785	Hannan-Quinn criter.		1.287825
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.612835
LR statistic (1 df)	6.408385	McFadden R-squared		0.050650
Probability(LR stat)	0.011358			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (PART)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:09				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.348756	0.386360	-0.902671	0.3667
PART	0.843629	0.411121	2.052021	0.0402
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.469554	Akaike info criterion		1.287674
Sum squared resid	21.16614	Schwarz criterion		1.340429
Log likelihood	-61.09604	Hannan-Quinn criter.		1.309012
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.623429
LR statistic (1 df)	4.332002	McFadden R-squared		0.034239
Probability(LR stat)	0.037402			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (CLIM)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:10				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.266994	0.205970	1.296278	0.1949
CLIM	0.210046	0.266222	0.788988	0.4301
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.479391	Akaike info criterion		1.325531
Sum squared resid	22.06228	Schwarz criterion		1.378286
Log likelihood	-62.95103	Hannan-Quinn criter.		1.346869
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.642357
LR statistic (1 df)	0.622011	McFadden R-squared		0.004916
Probability(LR stat)	0.430301			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (DISGASSA)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:11				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.091835	0.196035	0.468461	0.6395
DISGASSA	0.541805	0.265263	2.042519	0.0411
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.470458	Akaike info criterion		1.288984
Sum squared resid	21.24775	Schwarz criterion		1.341739
Log likelihood	-61.16023	Hannan-Quinn criter.		1.310322
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.624084
LR statistic (1 df)	4.203625	McFadden R-squared		0.033224
Probability(LR stat)	0.040338			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (SEX)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:11				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.622926	0.245711	2.535193	0.0112
SEX	-0.323619	0.290242	-1.114998	0.2649
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.477902	Akaike info criterion		1.319007
Sum squared resid	21.92549	Schwarz criterion		1.371761
Log likelihood	-62.63135	Hannan-Quinn criter.		1.340345
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.639095
LR statistic (1 df)	1.261385	McFadden R-squared		0.009970
Probability(LR stat)	0.261389			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (CIG)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:12				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.328856	0.141310	2.327205	0.0200
CIG	0.005343	0.004896	1.091279	0.2752
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.478156	Akaike info criterion		1.317206
Sum squared resid	21.94880	Schwarz criterion		1.369960
Log likelihood	-62.54307	Hannan-Quinn criter.		1.338544
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.638195
LR statistic (1 df)	1.437929	McFadden R-squared		0.011365
Probability(LR stat)	0.230475			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (CUPEVICA)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:13				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.782331	0.341821	2.288716	0.0221
CUPEVICA	-0.077332	0.062828	-1.230856	0.2184
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.476471	Akaike info criterion		1.316132
Sum squared resid	21.79435	Schwarz criterion		1.368886
Log likelihood	-62.49045	Hannan-Quinn criter.		1.337470
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.637658
LR statistic (1 df)	1.543180	McFadden R-squared		0.012197
Probability(LR stat)	0.214145			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (CERDOMIC)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:13				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.349491	0.380567	-0.918343	0.3584
CERDOMIC	0.436511	0.213945	2.040290	0.0413
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.472070	Akaike info criterion		1.285365
Sum squared resid	21.39358	Schwarz criterion		1.338119
Log likelihood	-60.98288	Hannan-Quinn criter.		1.306703
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.622274
LR statistic (1 df)	4.558322	McFadden R-squared		0.036027
Probability(LR stat)	0.032759			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

CRON = f (EDAD)

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:14				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.373383	0.569827	0.655257	0.5123
EDAD	0.000470	0.012890	0.036438	0.9709
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.480925	Akaike info criterion		1.331865
Sum squared resid	22.20377	Schwarz criterion		1.384619
Log likelihood	-63.26137	Hannan-Quinn criter.		1.353203
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.645524
LR statistic (1 df)	0.001328	McFadden R-squared		1.05E-05
Probability(LR stat)	0.970934			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

$$\text{CRON} = f(\text{TRATDES})$$

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/08/03 Time: 18:14				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 3 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.409983	0.137765	2.975954	0.0029
TRATDES	-0.156636	0.423995	-0.369429	0.7118
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.480589	Akaike info criterion		1.330493
Sum squared resid	22.17273	Schwarz criterion		1.383247
Log likelihood	-63.19414	Hannan-Quinn criter.		1.351831
Restr. log likelihood	-63.26204	Avg. log likelihood		-0.644838
LR statistic (1 df)	0.135795	McFadden R-squared		0.001073
Probability(LR stat)	0.712498			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

$$\text{CRON} = f(\text{DISGASSA}, \text{CIG}, \text{SEX}, \text{PART}, \text{PB}, \text{CUPEVICA}, \text{CERDOMIC}, \text{EDAD}, \text{CLIM}, \text{TRATDES})$$

SIN INTERCEPTO

Dependent Variable: CRON				
Method: ML - Binary Probit				
Date: 10/09/03 Time: 20:16				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Convergence achieved after 4 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
DISGASSA	0.833330	0.321580	2.591360	0.0096
CIG	0.013349	0.007802	1.710990	0.0871
SEX	-0.593759	0.357944	-1.658802	0.0972
PART	1.107524	0.493220	2.245494	0.0247
PB	-0.012405	0.006510	-1.905362	0.0567
CUPEVICA	-0.126055	0.073780	-1.708531	0.0875
CERDOMIC	0.381070	0.211257	1.803822	0.0713
EDAD	0.013444	0.015254	0.881315	0.3781
CLIM	0.189404	0.313832	0.603520	0.5462
TRATDES	0.405573	0.527248	0.769227	0.4418
Mean dependent var	0.653061	S.D. dependent var		0.478443
S.E. of regression	0.444269	Akaike info criterion		1.238162
Sum squared resid	17.36902	Schwarz criterion		1.501934
Log likelihood	-50.66993	Hannan-Quinn criter.		1.344852
Avg. log likelihood	-0.517040			
Obs with Dep=0	34	Total obs		98
Obs with Dep=1	64			

TEST LM CON UN REZAGO PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE AUTOCORRELACION

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	1.741508	Probability	0.190450	
Obs*R-squared	1.945120	Probability	0.163114	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.091303	0.509432	0.179224	0.8582
DISGASSA	-0.006966	0.097576	-0.071387	0.9433
CIG	0.000164	0.001366	0.120070	0.9047
SEX	0.011137	0.108663	0.102488	0.9186
PART	-0.017613	0.155218	-0.113473	0.9099
PB	-0.000348	0.003302	-0.105265	0.9164
CUPEVICA	-0.003963	0.023137	-0.171267	0.8644
CERDOMIC	-0.002928	0.070933	-0.041284	0.9672
EDAD	-0.000271	0.005011	-0.054089	0.9570
CLIM	-0.005373	0.096360	-0.055758	0.9557
TRATDES	0.018409	0.160903	0.114410	0.9092
RESID(-1)	0.147298	0.111618	1.319662	0.1905
R-squared	0.019848	Mean dependent var	2.95E-17	
Adjusted R-squared	-0.105520	S.D. dependent var	0.421867	
S.E. of regression	0.443567	Akaike info criterion	1.326342	
Sum squared resid	16.92065	Schwarz criterion	1.642869	
Log likelihood	-52.99076	F-statistic	0.158319	
Durbin-Watson stat	2.006525	Prob(F-statistic)	0.999053	

TEST LM CON DOS REZAGOS PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE AUTOCORRELACION

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	1.547287	Probability	0.218758	
Obs*R-squared	3.442531	Probability	0.178840	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.172225	0.513172	0.335608	0.7380
DISGASSA	-0.032290	0.099797	-0.323558	0.7471
CIG	1.56E-05	0.001370	0.011385	0.9909
SEX	0.019610	0.108690	0.180417	0.8573
PART	-0.016327	0.154910	-0.105400	0.9163
PB	-0.000875	0.003327	-0.263149	0.7931
CUPEVICA	-0.009013	0.023497	-0.383599	0.7022
CERDOMIC	-0.007188	0.070885	-0.101397	0.9195
EDAD	0.000277	0.005023	0.055050	0.9562
CLIM	-0.002608	0.096196	-0.027116	0.9784
TRATDES	0.041778	0.161839	0.258146	0.7969
RESID(-1)	0.136104	0.111811	1.217266	0.2269
RESID(-2)	0.135576	0.116856	1.160198	0.2492
R-squared	0.035128	Mean dependent var	2.95E-17	
Adjusted R-squared	-0.101089	S.D. dependent var	0.421867	
S.E. of regression	0.442677	Akaike info criterion	1.331038	
Sum squared resid	16.65687	Schwarz criterion	1.673942	
Log likelihood	-52.22088	F-statistic	0.257881	
Durbin-Watson stat	1.974606	Prob(F-statistic)	0.993822	

TEST DE ARCH CON UN REZAGO PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE HETEROSCEDASTICIDAD

ARCH Test:				
F-statistic	0.933242	Probability	0.336475	
Obs*R-squared	0.943619	Probability	0.331349	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:24				
Sample(adjusted): 2 98				
Included observations: 97 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.036535	0.006162	5.929358	0.0000
RESID^2(-1)	-0.098629	0.102096	-0.966044	0.3365
R-squared	0.009728	Mean dependent var	0.033255	
Adjusted R-squared	-0.000696	S.D. dependent var	0.050625	
S.E. of regression	0.050643	Akaike info criterion	-3.107640	
Sum squared resid	0.243645	Schwarz criterion	-3.054553	
Log likelihood	152.7205	F-statistic	0.933242	
Durbin-Watson stat	1.993284	Prob(F-statistic)	0.336475	

TEST DE ARCH CON DOS REZAGOS PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE HETEROSCEDASTICIDAD

ARCH Test:				
F-statistic	0.486680	Probability	0.616220	
Obs*R-squared	0.994351	Probability	0.608246	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:26				
Sample(adjusted): 3 98				
Included observations: 96 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035902	0.007340	4.891445	0.0000
RESID^2(-1)	-0.097735	0.103899	-0.940665	0.3493
RESID^2(-2)	0.020885	0.103708	0.201384	0.8408
R-squared	0.010358	Mean dependent var	0.033316	
Adjusted R-squared	-0.010925	S.D. dependent var	0.050887	
S.E. of regression	0.051165	Akaike info criterion	-3.076789	
Sum squared resid	0.243456	Schwarz criterion	-2.996653	
Log likelihood	150.6859	F-statistic	0.486680	
Durbin-Watson stat	1.994089	Prob(F-statistic)	0.616220	

TEST DE WHITE NON CROSS TERMS PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE HETEROSCEDASTICIDAD

White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	0.756639	Probability	0.720103	
Obs*R-squared	11.91500	Probability	0.685452	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:27				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.126896	0.331533	0.382756	0.7029
DISGASSA	-0.006810	0.011821	-0.576137	0.5661
CIG	-0.000275	0.000386	-0.713018	0.4779
CIG^2	6.21E-07	1.98E-06	0.314156	0.7542
SEX	0.010023	0.012919	0.775803	0.4401
PART	0.031368	0.018412	1.703633	0.0922
PB	-0.002033	0.004881	-0.416569	0.6781
PB^2	8.87E-06	1.95E-05	0.455955	0.6496
CUPEVICA	-0.007351	0.010743	-0.684292	0.4957
CUPEVICA^2	0.000352	0.000837	0.420332	0.6753
CERDOMIC	0.046414	0.032106	1.445627	0.1521
CERDOMIC^2	-0.010719	0.007415	-1.445695	0.1521
EDAD	-0.001412	0.004027	-0.350509	0.7269
EDAD^2	1.25E-05	4.51E-05	0.278072	0.7817
CLIM	0.018438	0.011622	1.586475	0.1165
TRATDES	-0.001188	0.019278	-0.061603	0.9510
R-squared	0.121582	Mean dependent var	0.032923	
Adjusted R-squared	-0.039105	S.D. dependent var	0.050471	
S.E. of regression	0.051448	Akaike info criterion	-2.948213	
Sum squared resid	0.217045	Schwarz criterion	-2.526177	
Log likelihood	160.4624	F-statistic	0.756639	
Durbin-Watson stat	2.264844	Prob(F-statistic)	0.720103	

TEST DE WHITE CROSS TERMS PARA VERIFICAR LA AUSENCIA DE HETEROSCEDASTICIDAD

White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	0.696351	Probability	0.895365	
Obs*R-squared	51.97371	Probability	0.760083	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/14/03 Time: 17:28				
Sample: 1 98				
Included observations: 98				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.054263	1.045545	0.051900	0.9589
DISGASSA	0.122503	0.183759	0.666651	0.5091
DISGASSA*CIG	-0.000356	0.001180	-0.301584	0.7647
DISGASSA*SEX	0.015632	0.040601	0.385011	0.7024
DISGASSA*PART	-0.046202	0.077191	-0.598539	0.5531
DISGASSA*PB	-0.001567	0.001549	-1.011177	0.3185
DISGASSA*CUPEVICA	-0.001658	0.010208	-0.162423	0.8719
DISGASSA*CERDOMIC	-0.000239	0.029782	-0.008018	0.9936
DISGASSA*EDAD	0.002144	0.002311	0.927567	0.3596
DISGASSA*CLIM	0.040577	0.042839	0.947212	0.3497
DISGASSA*TRATDES	-0.184195	1.074168	-0.171477	0.8648
CIG	-0.001569	0.007012	-0.223762	0.8242
CIG^2	4.37E-06	7.62E-06	0.573856	0.5695
CIG*SEX	-0.000801	0.001339	-0.598160	0.5534
CIG*PART	0.000702	0.002038	0.344536	0.7324
CIG*PB	1.69E-05	4.07E-05	0.415683	0.6800
CIG*CUPEVICA	-0.000114	0.000460	-0.248309	0.8053
CIG*CERDOMIC	0.000472	0.001202	0.392803	0.6967
CIG*EDAD	-1.96E-05	7.61E-05	-0.257754	0.7980
CIG*CLIM	-0.000489	0.001428	-0.342264	0.7341
CIG*TRATDES	-0.000816	0.037252	-0.021900	0.9826
SEX	-0.157722	0.231320	-0.681837	0.4996
SEX*PART	0.024587	0.109741	0.224047	0.8240
SEX*PB	0.001179	0.002093	0.563453	0.5765
SEX*CUPEVICA	0.003150	0.011273	0.279420	0.7815
SEX*CERDOMIC	-0.013410	0.032043	-0.418487	0.6780
SEX*EDAD	0.000184	0.002484	0.074080	0.9413
SEX*CLIM	-0.018824	0.049357	-0.381385	0.7051
SEX*TRATDES	-0.334936	8.151085	-0.041091	0.9674
PART	0.156013	0.819959	0.190269	0.8501
PART*PB	0.000314	0.006496	0.048262	0.9618
PART*CUPEVICA	-0.015131	0.033996	-0.445087	0.6589
PART*CERDOMIC	0.011475	0.093881	0.122234	0.9034
PART*EDAD	-0.002439	0.006716	-0.363183	0.7185
PART*CLIM	-0.010649	0.084601	-0.125868	0.9005
PART*TRATDES	-0.084030	0.174908	-0.480421	0.6338
PB	-0.001929	0.011269	-0.171197	0.8650
PB^2	2.74E-05	3.93E-05	0.698245	0.4894
PB*CUPEVICA	-0.000211	0.000458	-0.459852	0.6483
PB*CERDOMIC	5.03E-05	0.000785	0.064072	0.9493
PB*EDAD	-6.86E-05	8.00E-05	-0.857982	0.3964
PB*CLIM	-0.001644	0.001711	-0.960546	0.3430
PB*TRATDES	0.001488	0.227274	0.006547	0.9948
CUPEVICA	0.021092	0.082978	0.254185	0.8008
CUPEVICA^2	0.000733	0.001395	0.525094	0.6027
CUPEVICA*CERDOMIC	-0.010209	0.009837	-1.037755	0.3061
CUPEVICA*EDAD	0.000456	0.000444	1.026122	0.3115
CUPEVICA*CLIM	0.001638	0.013273	0.123432	0.9024
CUPEVICA*TRATDES	0.009855	0.352880	0.027927	0.9779
CERDOMIC	0.040158	0.164794	0.243688	0.8088
CERDOMIC^2	-0.011386	0.014254	-0.798851	0.4295
CERDOMIC*EDAD	0.000842	0.002155	0.390809	0.6982
CERDOMIC*CLIM	-0.000559	0.033666	-0.016592	0.9869
CERDOMIC*TRATDES	-0.011873	0.130346	-0.091087	0.9279
EDAD	-0.002603	0.013829	-0.188227	0.8517
EDAD^2	6.50E-05	9.73E-05	0.668168	0.5082
EDAD*CLIM	0.003389	0.002303	1.471812	0.1495
EDAD*TRATDES	0.000288	0.011673	0.024711	0.9804
CLIM	0.070056	0.273786	0.255878	0.7995
CLIM*TRATDES	0.292078	7.117560	0.041036	0.9675
TRATDES	0.048670	27.39299	0.001777	0.9986
R-squared	0.530344	Mean dependent var	0.032923	
Adjusted R-squared	-0.231260	S.D. dependent var	0.050471	
S.E. of regression	0.056003	Akaike info criterion	-2.655968	
Sum squared resid	0.116045	Schwarz criterion	-1.046957	
Log likelihood	191.1424	F-statistic	0.696351	
Durbin-Watson stat	1.963098	Prob(F-statistic)	0.895365	

DATA DE LAS VARIABLES DEL MODELO: CRON, DISGASSA, CIG, SEX y PART EN SUS 98 OBSERVACIONES

obs	CRON	DISGASSA	CIG	SEX	PART
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000	28.00000	1.000000	0.000000
3	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
4	0.000000	0.000000	20.00000	1.000000	1.000000
5	1.000000	1.000000	35.00000	1.000000	1.000000
6	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
7	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
8	1.000000	0.000000	72.00000	0.000000	1.000000
9	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
10	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
11	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
12	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
13	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
14	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000
15	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
16	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
17	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
18	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
19	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
20	1.000000	1.000000	36.00000	0.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
22	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
23	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
24	0.000000	0.000000	80.00000	1.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
26	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
27	1.000000	0.000000	8.000000	0.000000	1.000000
28	1.000000	0.000000	24.00000	0.000000	0.000000
29	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
30	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
31	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
32	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
33	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
34	0.000000	0.000000	32.00000	1.000000	1.000000
35	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
36	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
37	1.000000	0.000000	16.00000	1.000000	1.000000
38	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
39	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
40	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
41	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
42	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
43	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
44	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
45	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
46	1.000000	1.000000	4.000000	1.000000	1.000000
47	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
48	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
49	1.000000	0.000000	28.00000	1.000000	1.000000
50	0.000000	0.000000	20.00000	0.000000	1.000000
51	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
52	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
53	1.000000	1.000000	16.00000	0.000000	1.000000
54	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
55	1.000000	1.000000	12.00000	1.000000	1.000000
56	1.000000	1.000000	24.00000	1.000000	1.000000
57	1.000000	1.000000	48.00000	1.000000	1.000000
58	1.000000	1.000000	40.00000	0.000000	1.000000
59	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
60	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
61	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
62	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
63	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
64	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
65	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
66	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
67	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
68	1.000000	1.000000	92.00000	1.000000	1.000000

69	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
70	1.000000	1.000000	60.00000	1.000000	1.000000
71	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
72	1.000000	0.000000	8.000000	0.000000	1.000000
73	0.000000	0.000000	32.00000	0.000000	1.000000
74	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
75	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
76	0.000000	0.000000	80.00000	1.000000	1.000000
77	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
78	1.000000	0.000000	40.00000	1.000000	1.000000
79	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
80	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
81	1.000000	1.000000	244.0000	1.000000	1.000000
82	1.000000	1.000000	80.00000	1.000000	1.000000
83	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
84	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
85	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
86	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
87	1.000000	1.000000	12.00000	1.000000	1.000000
88	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000
89	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
90	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
91	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000
92	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
93	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
94	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
95	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
96	1.000000	1.000000	168.0000	1.000000	1.000000
97	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000
98	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000

DATA DE LAS VARIABLES DEL MODELO: PB, CUPEVICA, CERDOMIC, EDAD, CLIM y TRATDES EN SUS 98 OBSERVACIONES

obs	PB	CUPEVICA	CERDOMIC	EDAD	CLIM	TRATDES
1	120.0000	13.00000	2.000000	50.00000	1.000000	0.000000
2	150.0000	5.000000	1.000000	47.00000	0.000000	0.000000
3	100.0000	3.000000	2.000000	45.00000	0.000000	0.000000
4	150.0000	3.000000	1.000000	44.00000	0.000000	1.000000
5	120.0000	5.000000	2.000000	48.00000	0.000000	0.000000
6	115.0000	5.000000	2.000000	50.00000	0.000000	0.000000
7	115.0000	6.000000	2.000000	37.00000	1.000000	0.000000
8	130.0000	5.000000	1.000000	50.00000	0.000000	0.000000
9	130.0000	5.000000	2.000000	28.00000	1.000000	0.000000
10	125.0000	4.000000	1.000000	35.00000	1.000000	1.000000
11	125.0000	7.000000	2.000000	25.00000	0.000000	0.000000
12	130.0000	3.000000	2.000000	45.00000	1.000000	0.000000
13	130.0000	3.000000	1.000000	43.00000	1.000000	0.000000
14	153.0000	3.000000	1.000000	45.00000	0.000000	1.000000
15	150.0000	5.000000	2.000000	58.00000	1.000000	0.000000
16	130.0000	2.000000	2.000000	35.00000	0.000000	0.000000
17	130.0000	3.000000	2.000000	42.00000	1.000000	0.000000
18	110.0000	5.000000	2.000000	42.00000	1.000000	0.000000
19	110.0000	4.000000	2.000000	36.00000	1.000000	0.000000
20	125.0000	3.000000	1.000000	30.00000	1.000000	0.000000
21	110.0000	3.000000	2.000000	40.00000	1.000000	0.000000
22	110.0000	2.000000	2.000000	30.00000	1.000000	0.000000
23	125.0000	2.000000	2.000000	35.00000	1.000000	0.000000
24	125.0000	4.000000	2.000000	31.00000	0.000000	0.000000
25	125.0000	9.000000	1.000000	54.00000	0.000000	0.000000
26	120.0000	7.000000	2.000000	42.00000	1.000000	1.000000
27	100.0000	4.000000	2.000000	40.00000	1.000000	0.000000
28	115.0000	2.000000	2.000000	41.00000	1.000000	0.000000
29	115.0000	5.000000	2.000000	40.00000	1.000000	0.000000
30	125.0000	7.000000	2.000000	27.00000	0.000000	0.000000
31	125.0000	4.000000	1.000000	28.00000	1.000000	0.000000
32	125.0000	3.000000	2.000000	38.00000	0.000000	0.000000
33	125.0000	7.000000	1.000000	52.00000	1.000000	0.000000
34	125.0000	5.000000	1.000000	48.00000	0.000000	0.000000
35	115.0000	4.000000	2.000000	32.00000	0.000000	1.000000
36	153.0000	3.000000	2.000000	50.00000	0.000000	1.000000
37	100.0000	5.000000	1.000000	50.00000	1.000000	0.000000
38	130.0000	5.000000	1.000000	46.00000	0.000000	0.000000
39	150.0000	5.000000	1.000000	52.00000	1.000000	0.000000
40	150.0000	5.000000	1.000000	43.00000	0.000000	1.000000
41	115.0000	6.000000	1.000000	36.00000	0.000000	0.000000
42	115.0000	6.000000	1.000000	37.00000	0.000000	0.000000
43	125.0000	3.000000	2.000000	35.00000	1.000000	0.000000
44	125.0000	4.000000	1.000000	42.00000	1.000000	1.000000
45	100.0000	6.000000	2.000000	41.00000	1.000000	0.000000
46	100.0000	4.000000	2.000000	51.00000	0.000000	0.000000
47	125.0000	3.000000	2.000000	29.00000	1.000000	1.000000
48	130.0000	4.000000	2.000000	31.00000	1.000000	0.000000
49	125.0000	7.000000	2.000000	24.00000	1.000000	0.000000
50	125.0000	4.000000	1.000000	49.00000	0.000000	0.000000
51	115.0000	5.000000	1.000000	38.00000	0.000000	0.000000
52	120.0000	6.000000	1.000000	60.00000	0.000000	0.000000
53	120.0000	5.000000	3.000000	41.00000	1.000000	0.000000
54	120.0000	7.000000	3.000000	50.00000	1.000000	0.000000
55	120.0000	3.000000	3.000000	40.00000	0.000000	0.000000
56	120.0000	5.000000	3.000000	35.00000	0.000000	0.000000
57	130.0000	4.000000	1.000000	26.00000	1.000000	0.000000
58	130.0000	7.000000	1.000000	25.00000	1.000000	0.000000
59	90.00000	6.000000	2.000000	40.00000	1.000000	0.000000
60	90.00000	9.000000	4.000000	52.00000	1.000000	0.000000
61	100.0000	3.000000	2.000000	52.00000	1.000000	0.000000
62	120.0000	3.000000	3.000000	47.00000	1.000000	0.000000
63	140.0000	10.00000	1.000000	38.00000	1.000000	0.000000
64	100.0000	4.000000	2.000000	36.00000	0.000000	0.000000
65	150.0000	10.00000	1.000000	49.00000	1.000000	0.000000
66	90.00000	5.000000	4.000000	35.00000	1.000000	0.000000
67	153.0000	3.000000	4.000000	52.00000	1.000000	0.000000
68	150.0000	4.000000	1.000000	42.00000	1.000000	0.000000
69	150.0000	10.00000	1.000000	32.00000	1.000000	0.000000

70	120.0000	4.000000	2.000000	48.00000	1.000000	0.000000
71	150.0000	5.000000	1.000000	62.00000	1.000000	0.000000
72	130.0000	4.000000	1.000000	49.00000	1.000000	0.000000
73	120.0000	8.000000	2.000000	29.00000	1.000000	0.000000
74	120.0000	4.000000	2.000000	40.00000	0.000000	1.000000
75	150.0000	3.000000	1.000000	65.00000	1.000000	0.000000
76	150.0000	5.000000	2.000000	47.00000	1.000000	0.000000
77	120.0000	4.000000	1.000000	40.00000	1.000000	0.000000
78	150.0000	4.000000	1.000000	56.00000	0.000000	0.000000
79	150.0000	7.000000	1.000000	36.00000	1.000000	0.000000
80	150.0000	7.000000	2.000000	66.00000	1.000000	0.000000
81	120.0000	8.000000	2.000000	26.00000	1.000000	0.000000
82	150.0000	3.000000	1.000000	40.00000	1.000000	0.000000
83	100.0000	5.000000	2.000000	58.00000	0.000000	0.000000
84	110.0000	6.000000	2.000000	56.00000	1.000000	0.000000
85	110.0000	3.000000	1.000000	67.00000	0.000000	0.000000
86	100.0000	6.000000	2.000000	48.00000	0.000000	0.000000
87	120.0000	7.000000	2.000000	52.00000	0.000000	0.000000
88	120.0000	1.000000	2.000000	63.00000	1.000000	0.000000
89	120.0000	10.00000	2.000000	59.00000	1.000000	0.000000
90	115.0000	6.000000	2.000000	35.00000	1.000000	0.000000
91	115.0000	6.000000	3.000000	50.00000	0.000000	0.000000
92	115.0000	5.000000	2.000000	57.00000	1.000000	0.000000
93	115.0000	4.000000	2.000000	47.00000	1.000000	0.000000
94	115.0000	6.000000	2.000000	50.00000	0.000000	0.000000
95	115.0000	4.000000	2.000000	47.00000	0.000000	0.000000
96	115.0000	4.000000	1.000000	43.00000	0.000000	0.000000
97	115.0000	5.000000	2.000000	29.00000	1.000000	0.000000
98	120.0000	6.000000	2.000000	35.00000	0.000000	0.000000

BIBLIOGRAFIA

Adame, Aurora; Salin, Daniel (1993). En: "Contaminación Ambiental". Editorial Trillas. México.

Arrow, Kenneth J (1970). "The Organization of Economic Activity Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation". Chicago. En: Barrantes, Roxana (1993), op.cit.

Azqueta, Oyarzún (1994). "Valoración Económica de la Calidad Ambiental". Editorial McGraw-Hill. Interamericana de España, SA. Madrid.

Barrantes, Roxana (1993). En : "Economía del Medio Ambiente": Consideraciones Teóricas". Documento de Trabajo N° 48. Instituto de Estudios Peruanos, IEP, Consorcio de Investigación Económica. Lima.

Barrantes, Roxana; Pasco Font, Alberto (2000). "Propuesta Ambiental. Acciones para un Desarrollo Sostenible en el Perú": Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES. Lima.

Banco Mundial (1992). "Informe Sobre el Desarrollo Mundial 1992. Desarrollo y Medio Ambiente". Oxford University Press, Washington, D.C.

Banco Mundial (1993). "Valuation of Health Effects". Environmental Dissemination. Notes, núm. 2.

Banco Mundial (2000). "Perú: Aspectos Ambientales y Opciones Estratégicas". Documento, agosto 2000

Baumol, William; Oates, Wallace (1988). "The Theory of Environmental Policy. Second Edition, Cambridge University Press. En: Barrantes, Roxana (1993), op.cit.

Birdsall, N (1999). En: "Economía del Medio Ambiente en América Latina". Universidad Católica de Chile. Ediciones Alfa Omega SA. Colombia.

CEPAL (1992). "Balance Preliminar de la Economía de América Latina y el Caribe". Santiago, Chile.

Concejo Provincial de Piura (2002). "Catastro Urbano". Dirección de catastro. Piura.

Constanza, R (1991). En: "Ecological Economics". Columbia University Press. Nueva York.

Corner; Sandler, Todd (1986). "The Theory of Externalities, Public Goods, and Club Goods. Cambridge University Press. En: Barrantes, Roxana (1993), op.cit.

ECORIESGO (1998). "Una Evaluación Comparativa de Riesgos para la Salud Ambiental en Lima Metropolitana". Proyecto ECORIESGO, CONAM. Lima.

Enkerlin, E.; Cano, G.; Garza, R.;Vogel, E (1997). En: "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Editores Thompson. México.

Environmental Protection Agency, EPA (1996a), "Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and technical Information". External Review.

Environmemental Protection Agency, EPA (1996b), "The benefits and Costs of the Clean Air Act. 1970 to 1990". Prepared for US Congress.

Eskeland, Gunnar (1994). "The Net Benefits of an Air Pollution Control Scenario for Santiago", cap. III en "Chile: Managing Environmental Problems", Report N° 13061, Banco Mundial.

Field, Barry (1995). "Economía Ambiental". Editorial McGraw-Hill. Interamericana de España, SA. Colombia.

Florín, R (1999). En: "Economía del Medio Ambiente en América Latina". Ediciones Alfa Omega SA. Universidad Católica de Chile. Colombia.

Fontaine, Ernesto R (1999). Caso 2:"Algunas Medidas para la Descontaminación Atmosférica de Santiago. En: "Evaluación Social de Proyectos" XII Edición, Universidad Católica de Chile. Editorial Alfa Omega, Grupo Editor SA. México.

Freeman, Myrick (1993). "The Measurement of Environmental and Resource: Value Theory and Methods". Resources for the Future, Washington.

Foster, Vivien; Hahn, Robert (1995). "Designing More Effective Markets: Lessons from Los Angeles Smog Control". En: Kolstad, Charles D. (2001), op.cit.

García, I.J (1977). "Investigación de Suelos Contaminantes". España.

González C., Jorge (2001). "Valoración Económica y Medición de beneficios y Costos de Areas Naturales: Caso de Creación de un Area Natural Protegida en los Manglares de San Pedro. Sechura, Piura". Universidad Nacional de Piura, UNP, Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES.

Gujarati, Damodar N (1997). "Econometría" Editorial McGraw-Hill. Tercera Edición. Colombia.

Hahn, Robert (1989). "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders. En: Kolstad, Charles D. (2001), op.cit.

Hernández Avila, M.; Espinoza, R.; Carbajal, L (1999). "Estudio de Plomo en Sangre en Población Seleccionada de Lima y Callao" Activity Report N° 72. Environmental Health Project, USAID, Lima.

Hernández, A (2002). En: "Informe Sobre el Desarrollo Humano Sostenible". Consultor Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI (2001). "Perú: Compendios Estadísticos Nacionales - 2001". Sistema Nacional de Estadística. Lima.

Johansson, P (1990). "Valuing Environmental Damage". Oxford Review of Economic Policy. En: Azqueta, Oyarzún. (1994), op.cit.

Kolstad, Charles D (2001). "Economía Ambiental". Editorial Oxford, University Press. México, DF.

Maddala, G. S (1996). "Introducción a la Econometría". Segunda Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México.

Martínez A., Joan; Roca J., Jordi (2000). En: "Economía Ecológica y Política Ambiental". Fondo de Cultura Económica. México.

Margulis, Sergio (1992). "Back of the Envelope Estimates of Environmental Damage Costs in Mexico". The World Bank. Policy Research Working.

Ministerio de Salud, MINSA - DIGESA (1996). Seminario Internacional "Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao" . Lima.

Ministerio de Salud, MINSA - DIGESA (2002). "La Evaluación de la Calidad del Aire de la Ciudad de Piura". Piura.

Miller, G (1994). "Ecología y Medio Ambiente" Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Naciones Unidas (1994). "Conferencia Internacional Sobre la Población y Desarrollo". El Cairo, Egipto.

Ostro, Bart (1987). "Air Pollution and Morbidity Revisited: A Specification Test", Journal of Environmental Economics and Managment.

Pasco Font, Alberto (1998). "Cuando Contaminar No Cuesta". Consorcio de Investigación Económica / DESCO. Lima.

Pearce, David; Turner, Kerry (1995). En: "Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente". Ediciones Celeste. Madrid.

Pearce, David (1994). En: "The Economic Value of Biodiversity. The World Conservation Union - IUCN". Londres.

Pezzey, John (1998). En: "Cuándo Contaminar No Cuesta "Consorcio de Investigación Económica - DESCO. Lima.

Pigou A., Cecil (1946). "The Economics of Welfare. Cuarta Edición, Mac Millan. Londres. En: Barrantes, Roxana (1993), op.cit.

Postigo de la Mota, W (1995). En: "Economía del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Samuelson, Paul (1954). "A Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure". Review of Economics and Statistics. En: Barrantes, Roxana (1993), op.cit.

Sánchez Callejas, José M.; Valdés de Ferari, Sebastián y Ostro Bart (1999). "Estimación de los Beneficios en Salud del Plan de Prevención y Descontaminación de Santiago". Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile.

Tongo Pizarro, José (1999). "Estudio del Grado de Contaminación por Partículas Sedimentables de Origen Antropogénico y Natural en la Ciudad de Piura". Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Ambiental. UNP, Piura.

Treviño, B.; Cazares, E (1997). En: "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Editores Thompson. México.

Valera E., Santos E (2003). "Desafíos y Perspectivas de desarrollo en la Refinería de Talara". Tesis para Optar el Grado de Magister en Ciencias Económicas, UNP, Piura.

Varas Castellón, Juan I (1999). "Economía del Medio Ambiente, en América Latina". Segunda Edición. Alfa Omega Grupo Editor. México, D.F.

Vogel, E.; Rivas, E (1997). En: "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Editores Thompson. México.

Yurjevic, Andrés (1993). "Marco Conceptual para Definir un Desarrollo de Base Humano y Ecológico". Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo, CLADES, Centro IDEAS. Lima.

INDICE

Página

Introducción

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1.	Teorías y Estrategias del Desarrollo Sostenible	1
1.2.	Teoría de las Fallas del Mercado:	4
1.2.1.	Suministro de Bienes Públicos a través del Mercado	4
1.2.2.	Las Externalidades	5
1.3.	Teoría Económica de la Contaminación Ambiental	8
1.3.1.	Tipos de Contaminación	9
1.4.	Teoría del Nivel Optimo de la Contaminación	12
1.4.1.	Costos y Beneficios de la Contaminación	15
1.4.2.	Niveles de Contaminación Optima	18
1.5.	Instrumentos de Política Ambiental	22
1.5.1.	Criterios para Evaluar Políticas Ambientales	24
1.5.2.	Instrumentos para la Regulación Ambiental	26
1.5.3.	Impuestos sobre Emisiones y Permisos Transferibles	30
1.6.	Teoría de la Demanda Ambiental	36
1.6.1.	Tipos de Bienes Ambientales	37
1.6.2.	Demanda de Bienes Ambientales por parte del Consumidor	38
1.7.	Teoría de la Valoración Económica Total	40
1.7.1.	Valor de Uso	40
1.7.2.	Valor de No - Uso	41
1.7.3.	Selección y Aplicación de Técnicas de Valoración	42
1.8.	Marco Legal e Institucional	44
1.8.1.	Marco Legal	44
1.8.2.	Marco Institucional	46

CAPITULO II: LA PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LA RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

2.1.	Problemática de la Contaminación Ambiental en América Latina	51
2.1.1.	Logros en Materia de Gestión Ambiental	52
2.1.2.	Mecanismos Regulatorios	54
2.1.3.	Desafíos en el Corto, Mediano y Largo Plazo	54
2.1.4.	Otros Temas Relacionados con el Aire	56
2.2.	La Contaminación en la Ciudad de Santiago de Chile	57

2.2.1. Metodología para la Estimación de los Beneficios en la Salud	59
2.2.2. Funciones Dosis - Respuesta	63
2.3. La Contaminación en el Perú	69
2.4. Caso de la Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Piura	73
2.4.1. Principales Fuentes de Contaminación Atmosférica	74
2.4.2. Monitoreo Atmosférico	76
2.4.3. Parámetros Evaluados	77
2.4.4. Resultados	77

CAPITULO III: EL MODELO

3.2. Definición Area Geográfica de Estudio	81
3.3. Diseño y Tratamiento Muestral	81
3.4. Especificación y Estimación del Modelo	85
3.5. Resultados de la Muestra Estadística	91
3.6. Resultados de la Estimación Econométrica	96
3.7. Evaluación del Modelo	97

CAPITULO IV: ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS SEGUN VALORACION ECONOMICA DE LOS CAMBIOS EN LA SALUD

4.1. Metodología de los Costos Evitados	105
4.2. Cuantificación de los Beneficios	106

CAPITULO V: FORMULACION DEL PROGRAMA AMBIENTAL

5.4 Lineamientos del Programa de Acción Ambiental	112
5.1.1. Respecto al Saneamiento Ambiental	115
5.1.2. Respecto a la Educación para la Conservación del Ambiente	116
5.1.3. Respecto a la Política Económica para la Gestión Ambiental	117
5.5 Ventajas del Programa	118
5.6 Limitaciones del Programa	119

Conclusiones

Recomendaciones

Anexos

- Anexo I: Encuesta sobre Contaminación y Salud
- Anexo II: Resultados Estadísticos, SPSS FOR WINDOWS
- Anexo III: Resultados Econométricos, EVIEWS
- Anexo IV: Delimitación Zona Ambito de Estudio